

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**AVALIAÇÃO ENERGÉTICA ECONÔMICA DA CULTURA DO MILHO
EM ASSENTAMENTO RURAL, IPERÓ-SP**

LUÍS CARLOS FERREIRA DE ALMEIDA

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Energia na Agricultura).

BOTUCATU – SP

Outubro – 2007

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**AVALIAÇÃO ENERGÉTICA ECONÔMICA DA CULTURA DO MILHO
EM ASSENTAMENTO RURAL, IPERÓ-SP**

LUÍS CARLOS FERREIRA DE ALMEIDA

Orientador: Prof. Dr. Osmar de Carvalho Bueno

Co-orientadora: Prof^ª Dr^ª Maura Seiko Tsutsui Esperancini

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Energia na Agricultura).

BOTUCATU – SP

Outubro – 2007

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

A447a Almeida, Luis Carlos Ferreira de, 1960-
Avaliação energética econômica da cultura do milho em assentamento rural, Iperó-SP / Luis Carlos Ferreira de Almeida. - Botucatu : [s.n.], 2007.
xvii, 133 f. : il. color., gráfs., tabs.

Tese (Doutorado) -Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2007

Orientador: Osmar de Carvalho Bueno

Co-orientador: Maura Seiko Tsutsui Esperancini

Inclui bibliografia

1. Balanço energetico (Geofísica). 2. Assentamentos rurais. 3. Milho. 4. Agricultura e energia. 5. Energia. I. Bueno, Osmar de Carvalho. II. Esperancini, Maura Seiko Tsutsui. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônomicas. IV. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: “AVALIAÇÃO ENERGÉTICA ECONÔMICA DA CULTURA DO MILHO
EM ASSENTAMENTO RURAL, IPERÓ-SP**

ALUNO: LUÍS CARLOS FERREIRA DE ALMEIDA

ORIENTADOR: PROF. DR. OSMAR DE CARVALHO BUENO

CO-ORIENTADOR: PROF^a DR^a MAURA SEIKO TSUTSUI ESPERANCINI

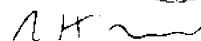
Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. OSMAR DE CARVALHO BUENO



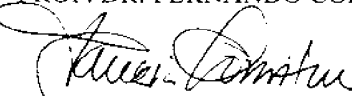
PROF. DR. ELIAS JOSÉ SIMON



PROFA. DRA. ANDRÉA ELOÍSA BUENO PIMENTEL



PROF. DR. FERNANDO COLEN



DR^a VALÉRIA COMITRE

Data da Realização: 23 de outubro de 2007.

À minha esposa Janie, por estar sempre ao meu lado incentivando-me com seu apoio e carinho; aos meus filhos Júlia, Pedro Luiz e Luiz Eduardo, que são a razão e o sentido de tudo que faço, pela paciência.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente quero agradecer aos meus pais, Álvaro e Adalgisa que, não medindo esforços, muito trabalharam para que eu pudesse estudar e assim chegar aonde cheguei. Obrigado por tudo.

Ao Professor Doutor Osmar de Carvalho Bueno, pela paciência que sempre teve comigo, não somente no trabalho de orientação, mas também pelo sentimento de companheirismo e amizade que ao longo de todos esses anos cultivamos, faltariam palavras para dizer o quanto sou grato.

À Prof^a Dr^a Maura Seiko Tsutsui Esperancini que, com muito zelo, não menor paciência e competência, foi a Co-orientadora desse trabalho.

À Faculdade de Ciências Agrônômicas, pela oportunidade de ter sido novamente seu aluno e, com especial atenção, agradecer ao seu Programa de Pós-graduação em Agronomia, na pessoa de seu Coordenador, Prof. Dr. Zacarias Xavier de Barros e do corpo de funcionários da Seção de Pós-graduação que, sempre com correção e cordialidade, executam diligentemente seu trabalho.

Aos funcionários e professores do Departamento de Gestão Agroindustrial, em particular, aos do antigo Departamento de Economia e Sociologia pela acolhida sincera.

À María Gloria Cabrera Romero, colega da Pós-graduação, pelo companheirismo nesta etapa.

Ao Instituto de Terras, nas pessoas dos Eng^{os}. Agrônomos Mauro Roberto Castellani e Maria Izabel Dorizzotto, amigos de longa data, pelas informações prestadas.

Ao Prof. Dr. Ludwig Einstein Agurto Plata, Chefe do Colegiado do Curso de Ciências Econômicas da Universidade de Sorocaba, pelo incentivo, apoio e amizade.

Aos membros da Banca Examinadora pelas sugestões e contribuição a este trabalho.

Não menos grato sou aos agricultores do Assentamento Ipanema, em

especial aos da Área I, pela convivência por vários anos, onde fui testemunha de seus sonhos, esperanças e de trabalho árduo e que, com presteza e desinteresse, se prontificaram a fornecer os dados necessários para esta Tese.

A todos aqueles que, diretamente ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, meu muito obrigado.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	IX
LISTA DE FIGURAS	XI
LISTA DE APÊNDICE	XII
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	XVI
1 RESUMO	1
2 SUMMARY	3
3 INTRODUÇÃO	5
4 REVISÃO DE LITERATURA.....	8
4.1 Modernização da agricultura	8
4.2 Energia	11
4.2.1 Classificação de energia	11
4.2.2 Análise energética.....	13
4.3 Análise econômica	18
4.4 Análise energética econômica	28
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	32
5.1 Caracterização da área de estudo	32
5.2 Composição dos sistemas de plantio	34
5.3 Coeficientes energéticos.....	36
5.3.1 Mão-de-obra	37
5.3.2 Produção.....	38
5.3.3 Máquinas e implementos.....	39
5.3.4 Combustíveis, óleos e lubrificantes	40
5.3.5 Fertilizantes químicos	41
5.3.6 Animais de Tração	42
5.4 Coeficientes econômicos.....	43
5.5 Análise das eficiências	43

continua...

Continuação do sumário

5.5.1	Econômica	44
5.5.2.	Energética.....	46
5.5.2.1	Índice de eficiência cultural (I_{EC})	46
5.5.2.2	Índice de eficiência energética (I_{EEn})	47
5.5.3	Energética econômica	48
6	RESULTADOS	50
6.1	Tipificação dos sistemas de cultivo	50
6.2	Matriz dos coeficientes técnicos de produção.....	52
6.2.1	Preparo de solo	52
6.2.2	Plantio	54
6.2.3	Sementes	54
6.2.4	Adubação de plantio	55
6.2.5	Cultivo.....	55
6.2.6	Adubação de cobertura.....	56
6.2.7	Capina	56
6.2.8	Colheita	57
6.2.9	Produção.....	57
6.2.10	Mão-de-obra	58
6.3	Matriz dos coeficientes econômicos de produção	58
6.3.1	Mão-de-obra	58
6.3.2	Produção.....	59
6.3.3	Máquinas e implementos.....	59
6.3.3.1	Mecânicos.....	59
6.3.3.2	Manuais	60
6.3.4	Combustíveis, óleos e lubrificantes	60
6.3.5	Fertilizantes químicos	61

continua...

Continuação do Sumário

6.3.6	Sementes	61
6.4	Operações dos sistemas de produção.....	61
6.4.1	Preparo de solo	61
6.4.2	Plantio e adubação	62
6.4.3	Operações de cultivo.....	64
6.4.4	Capina	66
6.4.4	Colheita	67
6.5	Estrutura dos dispêndios energéticos dos sistemas de produção.....	67
6.6	Índices de eficiência.....	73
6.6.1	Índices de Eficiência Cultural (I_{EC})	73
6.6.2	Índices de Eficiência Energética (I_{EEEn})	75
6.6.3	Índices de Eficiência Econômica (I_{EE}).....	77
6.6.5	Índices de Eficiência Cultural Econômica (I_{EC}/I_{EE}).....	82
6.6.6	Índices de Eficiência Energética Econômica (I_{EEEn}/I_{EE}).....	83
7	CONCLUSÕES	86
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	90
	APÊNDICE	102
	ANEXOS.....	131

LISTA DE TABELAS

Tabela	página
1. Porcentagem média de importação de fertilizantes no Brasil (2003).....	42
2. Valor calórico dos fertilizantes utilizados na cultura do milho, Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006.	42
3. Rendimento para operações de aração e gradagem.....	53
4. Entrada de energia, por tipo fonte, em MJ x ha ⁻¹ , forma e participações percentuais nas operações de preparo de solo.	62
5. Entrada de energia, por tipo fonte, em MJ x ha ⁻¹ , forma e participações percentuais nas operações de plantio mecanizado.	63
6. Entrada de energia, por tipo fonte, em MJ x ha ⁻¹ , forma e participações percentuais nas operações de plantio manual.	64
7. Entrada de energia, por tipo fonte, em MJ x ha ⁻¹ , forma e participações percentuais nas operações de cultivo mecânico.....	65
8. Entrada de energia, por tipo fonte, em MJ x ha ⁻¹ , forma e participações percentuais nas operações de cultivo manual.	66
9. Entrada de energia, por tipo fonte, em MJ x ha ⁻¹ , forma e participações percentuais nas operações de capina.	67
10. Entrada de energia, por tipo fonte, em MJ x ha ⁻¹ , forma e participações percentuais nas operações de colheita.	67
11. Estrutura dos dispêndios por tipo, fonte e forma dos sistemas de produção em MJ x ha ⁻¹ e participações percentuais das operações relacionadas à cultura do milho.....	68
12. Participação das operações, em MJ x ha ⁻¹ e valores relativos, por sistema de produção.....	72
13. Insumos, em MJ x ha ⁻¹ , e participação relativa nos sistemas de produção de milho.	73
14. Entradas totais e saídas energéticas úteis, em MJ x ha ⁻¹ , para os sistemas de produção de milho.	74

continua...

Continuação da Lista de Tabelas

15. Percentis acumulados dos Índices Eficiência Cultural, para os sistemas de produção de milho. 74
16. Entradas totais não-renováveis e saídas energéticas úteis, em MJ x ha⁻¹, para os sistemas de produção de milho..... 75
17. Percentis acumulados dos Índices de Eficiência Energética, para os sistemas de produção de milho. 76
18. Fatores sazonais mensais do preço de comercialização do milho (1995-2006)..... 79
19. Custo de produção, em R\$ x ha⁻¹, para a cultura do milho, para os sistemas de produção “A”, “B”, “C” e “D”, Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006.. 79
20. Valores da distribuição uniforme, custos de produção em R\$ x ha⁻¹, para cada sistema de produção da cultura do milho, Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006..... 80
21. Percentis acumulados dos Índices de Eficiência Econômica, para os sistemas de produção de milho Assentamento Ipanema, Área I, Safra 2005/2006. 81
22. Índices de Eficiência Cultural, Econômica e Cultural Econômica para os sistemas de produção da cultura do Milho, Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006. 83
23. Índices de Eficiência Energética, Econômica e Energética Econômica para os sistemas de produção da cultura do Milho, Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006. 84

LISTA DE FIGURAS

Figura		página
1.	Croqui Projeto de Assentamento Fazenda Ipanema – Área I	33
2.	Comparativo de dispêndio de energia de agricultores, por tipo de trabalho agrícola, em fração correspondente de GER.	38
3.	Interpretação dos valores dos índices de $I_{EC/IEE}$ e $I_{EEh/IEE}$	49
4.	Síntese das operações realizadas na cultura do milho, Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006.	52
5.	Participação relativa das energias, em porcentagem, por forma na Energia Indireta, por sistema de produção.	70
6.	Participação relativa das energias, em porcentagem, por fonte na Energia Direta, por sistema de produção.....	71
7.	Padrão estacional dos preços de milho (1995-2006).....	78

LISTA DE APÊNDICE

Tabela		página
1A.	Rendimentos para operação de aração nos diversos sistemas de produção da cultura do milho. Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006.....	105
2A.	Rendimentos para operação de gradagem nos diversos sistemas de produção da cultura do milho. Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006.	106
3A.	Rendimentos para operação de plantio mecanizado nos diversos sistemas de produção da cultura do milho. Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006. .	107
4A.	Rendimento para operação de plantio manual nos diversos sistemas de produção da cultura do milho. Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006.	107
5A.	Necessidade de sementes nos diversos sistemas de produção da cultura do milho. Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006.....	107
6A.	Quantidade de adubação de plantio nos diversos sistemas de produção da cultura do milho. Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006.....	108
7A.	Rendimentos para operação de cultivo mecanizado nos diversos sistemas de produção da cultura do milho. Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006. ..	108
8A.	Rendimentos para operação de cultivo manual no agrossistema milho, Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006.	108
9A.	Adubação mecânica de cobertura, e quantidade utilizada nos diversos sistemas de produção da cultura do milho. Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006.	109
10A.	Adubação de cobertura, manual nos diversos sistemas de produção da cultura do milho. Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006.....	109
11A.	Horas para capina manual nos diversos sistemas de produção da cultura do milho. Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006.....	109
12A.	Horas para operação de colheita nos diversos sistemas de produção da cultura do milho. Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006.....	110

continua...

continuação da Lista de Apêndice

- 13A. Produtividade de milho em kg x ha⁻¹ nos diversos sistemas de produção da cultura do milho. Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006..... 110
- 14A. Dados de Massa, Altura, Idade e GER para cálculos de GER dos agricultores envolvidos nas atividades manuais da cultura do Milho - Assentamento Fazenda Pirituba..... 111
- 15A. Jornada de trabalho, coeficientes de tempo de operações mecanizadas; mão-de-obra utilizada, modelo de máquinas e/ou implementos, consumo de Diesel, lubrificantes e graxas, e outros dados de referência, por operação, executadas nos diversos sistemas de produção da cultura do milho. Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006..... 112
- 16A. Jornada de trabalho, coeficientes de tempo de operações manuais; mão-de-obra utilizada, modelo de máquinas e/ou implementos, consumo de Diesel, lubrificantes e graxas, e outros dados de referência, por operação, executadas nos diversos sistemas de produção da cultura do milho. Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006..... 113
- 17A. Peso, em kgf, de máquinas, implementos, massas e contrapesos e pneus de máquinas e implementos utilizados nos diversos sistemas de produção de milho, Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006. 114
- 18A. Vida útil, em anos, e uso de horas anuais de máquinas e implementos utilizados nos diversos sistemas de produção de milho, Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006..... 114
- 19A. Cálculo de necessidades calóricas, em MJ, referentes a 24 horas para os agricultores envolvidos em atividades mecanizadas, nos diversos sistemas de produção do milho, Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006..... 115
- 20A. Cálculo de necessidades calóricas, em MJ, referentes a 24 horas para os agricultores envolvidos em atividades manuais, nos diversos sistemas de produção do milho, Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006..... 116

continua...

continuação da Lista de Apêndice

21A.	Cálculo do consumo de Diesel, lubrificantes e graxas para máquinas e implementos envolvidos nos diversos sistemas de produção do milho, Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006.	117
22A.	Cálculo dos dispêndios energéticos com adubação de plantio e cobertura e sementes, em MJ x ha ⁻¹ , para os diversos sistemas de produção do Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006.	118
23A.	Depreciação energética, em MJ x h ⁻¹ , das máquinas e implementos utilizados nos diversos sistemas de produção da cultura do milho, Assentamento Ipanema, Área I, Safra 2005/2006.	119
24A.	Entrada de energia, por tipo, fonte (em MJ x ha ⁻¹), forma e participações percentuais nas operações de aração.	120
25A.	Entrada de energia, por tipo, fonte (em MJ x ha ⁻¹), forma e participações percentuais nas operações de gradagem.	120
26A.	Preços Médios Recebidos pelo Produtor no período de 01/1995 a 03/2007, para a saca de milho de 60kg, Estado de São Paulo (valores correntes e deflacionados para 02/2006, pelo IGPM da IBRE Fundação Getúlio Vargas.....	121
27A.	Fatores de sazonalidade mensais para o preço do milho, saca de 60kg, período entre 1995/2006.....	124
28A.	Resultados da Análise de variância para os padrões sazonais do preço do milho, para o período 1995/2006.	124
29A.	Estimativa do custo horas dos custos fixos, em R\$ x h ⁻¹ , para as máquinas e implementos utilizados nos diversos sistemas de produção da cultura do milho, Fazenda Ipanema, Área I, safra 2005/2006.....	125
30A.	Horas trabalhadas (h x ha ⁻¹), por operação e tipo de equipamento nos diversos sistemas de produção da cultura do milho, Fazenda Ipanema, Área I, safra 2005/2006.....	125

continua

continuação da Lista de Apêndice

31A.	Custos fixos totais, em R\$ x ha ⁻¹ , para os diversos sistemas de produção da cultura do milho, Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006.....	125
32A.	Custos variáveis de produção para a cultura do milho no sistema “A”, em R\$ x ha ⁻¹ Assentamento Ipanema, Área I, Safra 2005/2006.....	126
33A.	Custos variáveis de produção para a cultura do milho no sistema “B”, em R\$ x ha ⁻¹ Assentamento Ipanema, Área I, Safra 2005/2006.....	127
34A.	Custos variáveis de produção para a cultura do milho no sistema “C”, em R\$ x ha ⁻¹ Assentamento Ipanema, Área I, Safra 2005/2006.....	128
35A.	Custos variáveis de produção para a cultura do milho no sistema “D”, em R\$ x ha ⁻¹ Assentamento Ipanema, Área I, Safra 2005/2006.....	129

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i> , órgão das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura
BEN	Balanço Energético Nacional
CAC	Cooperativa Agrícola de Cotia
cal	caloria
COCARIVE	Cooperativa Regional de Cafeicultores do Vale do Rio Verde
CSEP	<i>Computational Science Education Project</i>
CTA	custo total atualizado
CTU	custo total unitário
DNIT	Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes
DE	depreciação energética
EDR	Escritório de Desenvolvimento Rural
GEB	taxa metabólica basal
GER	gasto energético em repouso
h	hora
ha	hectare
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBRE	Instituto Brasileiro de Economia da Fundação Getúlio Vargas
IEA	Instituto de Economia Agrícola
I_{EC}	índice de eficiência cultural
$I_{EC/IEE}$	índice de eficiência cultural econômica
I_{EE}	índice de eficiência econômica
I_{EE_n}	índice de eficiência energética
$I_{EE_n/IEE}$	índice de eficiência energética econômica
IL	índice de lucratividade
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

continua...

continuação da Lista de Abreviaturas e Símbolos.

INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
IT	<i>international table</i>
ITESP	Fundação Instituto de Terras do Estado de São Paulo
J	Joule
K ₂ O	óxido de potássio
kcal	quilocaloria
kJ	quilojoule
Mcal	Megacaloria
MJ	Megajoules
N	nitrogênio
P ₂ O ₅	pentóxido de fósforo
PBE	<i>pay back</i> econômico
PBS	<i>pay back</i> simples
RBC	relação benefício-custo
sc	saca
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
t	tonelada
TIR	taxa interna de retorno
VPL	valor presente líquido

1 RESUMO

O desenvolvimento da agricultura no período recente caracterizou-se, entre outros aspectos, pelo aumento da utilização de insumos extrapropriedade, principalmente daqueles derivados de petróleo, o que traz à tona questões dos fluxos energéticos envolvidos e a sua sustentabilidade energética e econômica. Este trabalho, tendo como hipótese que maiores *inputs* energéticos não guardam proporção com *outputs* econômicos, buscou estudar os fluxos energéticos e econômicos da cultura do milho, para os diversos sistemas de produção existentes no Assentamento Ipanema Área I, tendo como ferramental de análise os índices de eficiência Cultural, Energética e Econômica, aos quais se acrescentaram a proposta metodológica dos índices de Eficiência Cultural Econômica e Energética Econômica construídos para cenários probabilísticos. Foram identificados quatro sistemas diferentes: “A”, “B”, “C” e “D”. Os dispêndios energéticos foram, respectivamente, de 4.836,19 MJ x ha⁻¹, 4.4647,17 MJ x ha⁻¹, 4.639,49 MJ x ha⁻¹ e 4.450,47 MJ x ha⁻¹. Em “A”, no qual o uso de máquinas é mais intensivo, a participação da energia de fonte biológica foi de 23,26%, enquanto os de origem fóssil foi de 76,74%, por sua vez em “D” a proporção fonte biológica e fóssil foi, respectivamente, de 35,72% e 64,28%. O sistema “D” possui a maior Eficiência Cultural, com índice médio de 16,26, enquanto “A” apresentou os menores índices de Eficiência Cultural, com valores médios de 14,83. Para análise da Eficiência Energética, que é indicativo da dependência de energia de fontes não-renováveis, o maior índice foi o sistema “D”, com índice médio de 53,84, indicando que, entre sistemas estudados, esse é o que

apresenta os maiores índices, com valores médios de 40% superior ao Sistema “A” e 20% superior aos sistemas “B” e “C”. Os Índices de Eficiência Econômica, que variaram entre 1,84 e 1,96, mostram que todos os sistemas são eficientes. A maior vantagem se deu em “C” seguido de “B”, com “A” e “D” variando praticamente no mesmo intervalo. O sistema “D”, com índice igual a 8,84, apresentou o mais alto índice de eficiência Cultural Econômica. A análise Energética Econômica para os sistemas “A”, “B”, “C” e “D”, resultou, respectivamente, nos índices de 20,80 , 23,61 , 22,87 e 29,26. Pela análise dos resultados, concluiu-se que o uso mais intensivo de energia de fontes não-renováveis (sistema “A”) não se traduziu necessariamente numa maior eficiência, quando comparado ao “D” (intensivo de mão-de-obra), o que comprova a hipótese inicial do trabalho.

Palavras-chave: avaliação energética econômica; balanço energético; eficiência energética; assentamento rural; milho.

ENERGY AND ECONOMIC VALUATION OF MAIZE PLANTING IN RURAL SETTLEMENT, IPERÓ / SP. Botucatu, 2007. 133p.

Tese (Doutorado em Agronomia / Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: LUÍS CARLOS FERREIRA DE ALMEIDA

Adviser: OSMAR DE CARVALHO BUENO

Co-Adviser: MAURA SEIKO TSUTSUI ESPERANCINI

2 SUMMARY

The agriculture development in a recent period of time has, among other characteristics, an increase in the use of extra property farm inputs, especially those coming from oil, what brings to light the involved energetic flow issues and their economical and energetic sustainability. This paper, having as a hypothesis that greater energetic inputs do not keep ratio with economical outputs, has tried to study the economical and energetic flows in the maize cultivation to the several production systems used in Ipanema Settling Area I, having as analysis instrument the indexes of Cultural, Energetic, Economical efficiency, to which were added the methodological proposal of Cultural Economical and Energetic Economical Efficiency indexes, built for probability settings. Four different systems have been identified: “A”, “B”, “C” and “D”. The energetic expenditure were, respectively, of 4,836.19 MJ x ha⁻¹, 4,4647.17 MJ x ha⁻¹, 4,639.49 MJ x ha⁻¹ and 4,450.47 MJ x ha⁻¹. In “A”, where the use of machines is more intensive, the participation of biological source energy was of 23.26%, whereas the ones of fossil origin are of 76.74%, while in “D” the biological and fossil source was, respectively, of 35.72% and 64.28%. The “D” system has the greatest Cultural Efficiency, with average index of 16.26, whereas “A” showed the lowest Cultural Efficiency indexes, with average values of 14.83. For the analysis of the Energetic Efficiency, that indicates the dependence of energy from non renewable sources, the highest index was the “D” system with an average index of 53.84, showing that, among the systems that have been studied, this is the

one which presents the highest indexes, with average values 40% superior to “A” System and 20% superior to “B” and “C” systems. The Economical Efficiency Indexes, which ranged from 1.84 to 1.96, show that all systems are efficient. The greatest advantage was in “C” followed by “B”, with “A” and “D” ranging practically at the same interval. The “D” system, with index equal to 8.84, showed the highest index of Economical Cultural efficiency. The Economical Energetic analysis for “A”, “B”, “C” and “D” systems, has resulted, respectively, in the following indexes: 21.14 ; 23.86 ; 22.87 and 29.26. Through the outcome analysis, it was concluded that the more intensive use of energy from nonrenewable sources (“A” system) didn’t necessarily mean a higher efficiency when compared to “D” (labor intensive), what comes to prove the paper’s initial hypothesis.

Keywords: economical energetic analysis; energetic balance; energetic efficiency; rural settling; maize.

3 INTRODUÇÃO

O processo de desenvolvimento da agricultura, no período posterior à II Guerra, teve como um de seus objetivos buscar ganhos de produtividade mediante o uso de insumos modernos via progressivo aumento da utilização de insumos extra propriedade – substituição da mão-de-obra pelo uso de máquinas, fertilizantes industrializados, sementes melhoradas, defensivos, etc. – intensificando, dessa forma, o uso de recursos não-renováveis, principalmente aqueles derivados do petróleo, com implicações diretas na sustentabilidade, não só econômica do empreendimento, mas também dos fluxos energéticos envolvidos no sistema.

Ao se analisar a eficiência de um sistema produtivo agrícola qualquer, as abordagens podem referir-se à produção física obtida, com as respectivas funções de custos e lucratividade, nas quais se consideram como eficientes os sistemas que maximizem o resultado econômico, dado certo nível de produtividade, ou às análises energéticas nas quais se analisam, sob as mais diversas formas, os fluxos de entrada e saída de energia no sistema.

Essas análises permeiam toda a agricultura, desde a grande produção, caracterizada pelo uso intensivo de recursos modernos em grandes áreas de plantio, até a familiar e/ou de subsistência com características mão-de-obra intensiva em pequenas áreas de cultivo.

A análise energética, econômica realizada especificamente para a agricultura familiar, contribui para a compreensão dessas dinâmicas principalmente do quanto

esses sistemas podem ser dependentes de insumos industrializados, proporcionando uma compreensão do grau de sustentabilidade – energética econômica – existente e, uma vez constatada a dependência da unidade produtiva familiar a *inputs* energéticos extra propriedade, e o peso que esses *inputs* têm no processo produtivo é importante um aprofundamento de como isso ocorre.

Especificamente, ao ter como campo de estudo os agricultores de assentamentos rurais, que podem ser considerados representantes da agricultura familiar, os resultados derivados da análise desse setor podem subsidiar ações, não somente específicas para sistemas de produção típicos de assentamentos rurais, mas também para a agricultura familiar como um todo.

Assim, esse trabalho teve como objetivo, inicialmente, determinar os itinerários técnicos e/ou sistemas de cultivo da cultura do milho, no âmbito da área determinada para o estudo e, para cada um deles, realizar balanços energéticos, comparando-os quanto às suas eficiências permitindo, dessa forma, obter índices de eficiências de suas relações energéticas para cada um desses itinerários técnicos/sistemas de cultivos. Num segundo momento, também para cada um dos itinerários técnicos existentes, buscou-se relacionar o rendimento econômico da cultura com suas despesas totais o que permitiu obter índices de eficiência econômica.

Da relação entre os índices de eficiência energética e de eficiência cultural com o de eficiência econômica foi possível construir os Índices de Eficiência Cultural Econômica e Eficiência Energética Econômica desses empreendimentos tendo como base cenários probabilísticos, com os resultados apresentados na forma de distribuições de probabilidade.

A construção desses dois índices foi realizada de forma a permitir uma leitura que fosse possível identificar, independentemente da situação existente, se os sistemas em estudo apresentam eficiência cultural e/ou energética quando comparada à eficiência econômica.

Foi importante destacar dois aspectos relevantes da leitura da análise a ser desenvolvida. O primeiro, ao tratar de analisar os diversos sistemas de produção em assentamento de reforma agrária, em suas variantes energéticas, econômicas e energética/econômica, isso se constitui num estudo de caso, em que é possível distinguir as

principais formas de produção e suas diferenças.

O segundo aspecto, no qual se inclui a construção dos índices, é de tornar possível avançar no estudo de cada caso permitindo duas apreciações, uma de curto prazo, derivada da análise econômica em si, uma vez que, não existindo eficiência econômica o sistema desaparece por si mesmo, independente ser ou não eficiente do ponto de vista energético.

Por sua vez, na análise energética, temos uma perspectiva de longo prazo, comprovada a dependência de combustíveis fósseis e, em que grau que isso se dá, pode-se afirmar que, no longo prazo, o sistema se tornará insustentável do ponto de vista energético, nesse caso, independente da eficiência econômica.

Como forma de aprofundar a interpretação também foi estudada separadamente qual a participação e impacto que cada um dos fatores de produção (mão-de-obra, sementes, animais de trabalho, combustíveis e outros lubrificantes, máquinas e implementos, e corretivos de solos e fertilizantes químicos) no balanço energético e no econômico.

A hipótese que norteou essa pesquisa na busca de seus objetivos é que as relações energéticas e econômicas para a cultura do milho não guardam a mesma proporção, no sentido que altos *inputs* energéticos, no caso da agricultura familiar, não se traduzem necessariamente em retornos econômicos da mesma magnitude, isto é, a premissa básica é que, à medida que aumenta a dependência de insumos extra propriedade, isso não necessariamente pode se traduzir numa relação mais favorável do ponto de vista energético econômico implicando, em uma instância superior, numa vulnerabilidade da agricultura familiar.

Subjacente a essa hipótese, teve-se também como objetivo a construção de índices que permitiram uma análise mais profunda das relações energéticas econômicas que ensejaram compreender de qual maneira ocorre a utilização dos recursos naturais não-renováveis e quais as implicações decorrentes no resultado econômico em condições de assentamento para a cultura do milho, permitindo, dessa forma, propor ações que possibilitem o uso racional desses recursos.

4 REVISÃO DE LITERATURA

Este trabalho, ao buscar realizar uma análise econômica e energética da cultura do milho, tem sua revisão bibliográfica dividida, inicialmente em quatro grandes eixos. O primeiro trata especificamente de contextualizar a agricultura familiar no processo da própria modernização da agricultura; o segundo direcionado para as questões que envolvem os estudos de balanços de energia na atividade agropecuária; por sua vez, a terceira parte está voltada a discutir a eficiência econômica tendo como foco os estudos que incorporam as análises de risco; finalmente, a quarta parte trata de abordar os estudos que relacionam eficiência energética e eficiência econômica.

4.1 Modernização da agricultura

Em um prazo de pouco mais de 50 anos, a agricultura brasileira passou por profundas mudanças. Essas transformações orientadas num processo de modernização da agricultura, através da utilização crescentes de insumos modernos, determinaram a substituição de uma agricultura, antes mão-de-obra intensiva, por uma agricultura capital-intensiva. Um indicador importante dessa dinâmica denominada de Modernização da Agricultura, está no aumento do consumo intermediário na agricultura que, considerando um índice 100 para 1939, passa para praticamente 300 no final dos anos 80 (GRAZIANO DA SILVA, 1998).

Deve-se entender que o consumo intermediário, ao representar o valor de todos os insumos que entram no processo de produção, à exceção da força de trabalho, significa que esta estará cada vez mais dependente de compras intra e intersetoriais para que possa se efetivar (GRAZIANO DA SILVA, 1998).

Ainda que essas mudanças tenham contribuído para significativos aumentos da produção e produtividade agropecuária nos últimos anos, implicando em ganhos de renda para o setor, não ocorreram sem problemas, pois “alicerçada no uso intensivo de capital, energia, insumos químicos e mecanização, potencializado pelo melhoramento genético vegetal e animal e pela especialização da produção, a modernização agrícola brasileira não logrou resultados positivos em termos sociais, tampouco do ponto de vista ambiental” (OLIVEIRA, 2000 p. 27), suscitando, dessa forma, problemas de ordem social, econômica, ecológica e sobretudo energética, uma vez que, “modernizar a agricultura significou a simplificação dos ecossistemas e a redução extremada da diversidade biológica dos agrossistemas, tornando-os pouco estáveis e de baixa autosuficiência” (PASCHOAL apud OLIVEIRA, 2000 p. 27-28).

Essa nova dinâmica de transformação teve como principal instrumento o Crédito Rural, farto e subsidiado. Entretanto, Sayad (1978), ao estudar o direcionamento desse crédito, na década de 70, afirma que a proporção dos estabelecimentos rurais que tiveram acesso a ele não ultrapassaram a 20% do total dos estabelecimentos, privilegiando principalmente médios e grandes produtores que detiveram 82,7% do volume total.

É de considerar, entretanto, que o caráter direcionado desse crédito foi suficiente para determinar uma dinâmica de transformação da agricultura pela base, num processo de modernização que culminou com a industrialização da agricultura, momento esse no qual a base técnica não pode regredir mais, sem que ocorra uma regressão da produção agrícola, (KAGEYAMA, 1990), ou seja, uma vez alterada a base técnica este é um processo irreversível.

Por outro lado, os dados do Relatório da INCRA/FAO (*Food and Agriculture Organization*) sobre a agricultura familiar (GUANZIROLI e CARDIM, 2000), utilizando os dados do Censo Agropecuário 95/96, dão conta que no Brasil existem 4.859.864 estabelecimentos rurais, ocupando uma área de 353,6 milhões de hectares, com um valor bruto da produção de R\$ 47,8 bilhões, dos quais 4.139.369 estabelecimentos são considerados

familiares, ocupando uma área de 107,8 milhões de hectares, sendo responsáveis por R\$ 18,1 bilhões do valor bruto da produção.

Esses dados demonstram a importância de que se reveste a agricultura familiar no Brasil, que responde por 85,2 % do total de estabelecimentos, 30,5% da área total, e 37,9 % do valor da produção, sendo significativa sua participação no contexto do setor rural brasileiro.

Nessa situação, não menos importante, é o número total de famílias que foram beneficiadas pelos programas de reforma agrária, sendo que no período entre 1994 e 2005 mais de 800.000 famílias foram assentadas em programas oficiais de reforma agrária (INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA – INCRA, 2000; 2005 e GARDINI, 2003), representando significativa parcela da agricultura familiar.

Para o Estado de São Paulo, ao analisar mais atentamente o perfil da produção agropecuária da agricultura familiar e, mais especificamente, a dos assentamentos rurais, ainda que esta seja extremamente diversificada em termos de tipos de produtos, percebe-se que o produto que ocupa a maior parcela de área e o número de produtores é o milho, sendo, portanto, responsável por parte considerável da renda dos produtores.

Na safra 97/98, levantamento da Fundação Instituto de Terras para o Estado de São Paulo informava que, de um total de 5.645 famílias beneficiárias dos programas de Reforma Agrária, 2.864 cultivaram o milho, numa área total de 11.446,37 ha. Para dar uma dimensão da importância que o milho tem na estrutura de produção, essa área corresponde a 39,40% do total de área das culturas anuais, sendo esse produto responsável por 26,15% do valor total das culturas anuais dos assentamentos. Em termos de comparação, é importante frisar que a segunda e a terceira culturas mais importantes, são o feijão da seca e o algodão com, respectivamente, e 3.890,69 ha e 3.843,51 ha da área total cultivada, (INSTITUTO DE TERRAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - ITESP, 1998).

Considerando, entre outros aspectos, a importância da cultura do milho para a realidade da agricultura familiar, Bueno (2002), fez uma análise energética e eficiência cultural dessa cultura no projeto de Assentamento de Itaberá/SP, concluindo que essa cultura “apresentou eficiência energética 9,01, apontando que para cada unidade calórica aplicada no agroecossistema o retorno foi de 8,01 unidades e a energia cultural líquida atingiu 70.658,34 MJ x ha⁻¹, sendo que o perfil da estrutura dos dispêndios energéticos estavam vinculados

principalmente ao uso de fontes industriais (52,81%) e fósseis (35,40%), o que coloca esse tipo de agricultura como exemplo de atividade extremamente modernizada quanto ao consumo intermediário, o que a caracteriza como altamente dependente de insumos extra propriedade.

Esses dados levam a concluir que a agricultura familiar reproduz, em certa medida, sistemas de produção sustentados e oriundos do processo conhecido como “Modernização Compulsória” (KAGEYAMA, 1990), o que a coloca do ponto de vista energético como subordinada as conjunturas externas e fontes de energia não-renováveis, o que sem dúvida tem profundas implicações em sua rentabilidade econômica e sustentabilidade energética.

4.2 Energia

4.2.1 Classificação de energia

Para efeito da realização de um balanço energético, a energia utilizada tem sido objeto de várias tipologias de classificação. Quanto ao fluxo, temos a classificação de Malassis apud Castanho Filho e Chabaribery (1982) que enumera três fluxos distintos: “fluxo externo”, ou seja, a energia injetada no agroecossistema, podendo ser esta dividida em direta, quando proveniente de fontes biológica, fóssil ou elétrica e indireta quando embutida nos insumos e máquinas; “fluxo interno”, ou seja, a energia que é contida na própria produção; e “fluxo perdidos ou reciclados” que correspondem às energias que não são aproveitáveis no agroecossistema.

Ainda que existam diversas formas de classificação, é possível perceber que algumas tipologias têm a preocupação em distinguir aquelas que são de origem fóssil, portanto, finitas, daquelas que não são fósseis. Nessa direção, temos a proposição da FAO (1976) que classifica os recursos energéticos como “renováveis” e “não-renováveis”.

Numa forma mais geral, segundo Junqueira et al. (1982), a energia consumida na agricultura pode ser dividida da seguinte forma:

- a) Energia não utilizada diretamente no processo produtivo, que corresponde àquela relacionada ao homem e seu bem-estar, tal qual, iluminação e uso doméstico e aquela utilizada nos trabalhos pós-colheita;

- b) Energia utilizada nas operações agrícolas, que são aquelas relacionadas ao processo produtivo sem fazer parte, entretanto, do produto final;
- c) Energia convertida em produto final e que corresponde às entradas da energia solar utilizada na fotossíntese e dos fertilizantes e nutrientes do solo. Essa energia será convertida no produto final do processo agrícola.

Macedônio e Picchioni (1985), ao proporem uma metodologia para o cálculo do consumo de energia fóssil no processo de produção agropecuária, discorreram sobre as diversas formas de manifestação de energia, afirmando que elas podem ser classificadas pela forma que se apresentam na natureza, dividindo-as em “Energia Primária” e “Energia Secundária”, entendendo-se como energia primária as formas providas pela natureza, como a energia luminosa provida pelo Sol; a química provida pelo petróleo; e a energia mecânica provida pelo vento, pela água, etc. Já a energia secundária seria aquela derivada da energia primária, neste caso, a energia proveniente do óleo diesel pode ser classificada como energia secundária uma vez ser derivada da energia primária do petróleo.

Comitre (1993), em seu trabalho no qual realiza uma avaliação energética e dos aspectos econômicos da *filière* soja, utilizou para classificação dos dispêndios energéticos, uma divisão dos fluxos energéticos em dois tipos básicos, quais sejam, a “Energia Direta” e “Energia Indireta”. A primeira se constitui na soma das energias na forma pelas quais se apresentam, sendo estas divididas em energias “biológicas”, “fóssil” e “elétrica”. Por outro lado, considerou como energia indireta aquela que está embutida nas máquinas e implementos, equipamentos, insumos e construções, uma vez que, para serem consideradas como entrada energética, é necessário que seja computado o quanto de energia de outras fontes está contida nessas entradas, considerando-se aí as quantidades calóricas dos fluxos de energia biológica, fóssil e elétrica, enquadrando-se nessa categoria as entradas energéticas industriais.

Como forma de avaliar as emissões de gás que causam o efeito estufa, Bochu (2002) fez uso de uma metodologia denominada de “*Planete*” a qual, a exemplo de Comitre (1993), separa as entradas energéticas em “Energias Diretas” e “Energias Indiretas” como metodologia para realizar a análise energética de explorações agrícolas.

Carmo et al. (1988) dividem as entradas energéticas em “Fóssil”, “Biológica” e “Industrial”. Segundo essa classificação, entende-se como energia biológica, as energias provenientes das fontes humana e animal, bem como as de origem vegetal, tais como as sementes, mudas e adubo verde. Por sua vez, tem-se para a energia fóssil as de origem no petróleo e seus subprodutos, incluindo-se também os adubos e fertilizantes; finalmente, na energia industrial, incluem-se as máquinas e implementos agrícolas, tanto de tração mecânica quanto de tração animal.

Esse tipo de classificação, ainda que com algumas alterações, foi utilizada nos trabalhos de Palma (2001), Bueno (2002), Zanini et al. (2003), Santos e Lucas Jr. (2004), Romero (2005), Oliveira JR. (2005), Moreira et al. (2005), Campos et al. (2005) e, Gollmann et al. (2006), entre outros, servirá para a estruturação das formas energéticas no presente trabalho por permitir criar bases de comparações com esses autores.

4.2.2 Análise energética

A análise energética corresponde à realização do balanço energético da atividade em estudo, que consiste basicamente na apuração do saldo das entradas de energia versus as saídas energéticas que, para sua realização deve ser realizada, segundo Bueno et al. (2000), através dos seguintes passos:

- a) definição do agrossistema e área, caracterizando-se o período a ser focado;
- b) detalhamento do itinerário técnico percorrido;
- c) elaboração das rubricas operacionais;
- d) transformação dos itens referentes às exigências físicas da cultura em coeficientes energéticos tomando por base informações primárias e secundárias, determinando seus respectivos consumos energéticos.

Ainda segundo Bueno et al. (2000) o balanço de energia é obtido pela subtração do total da energia produzida das energias consumidas durante o processo produtivo como um todo ou em suas etapas, podendo também ser representado por um índice que relacione as entradas com as suas saídas energéticas.

Ortega (2005), ao analisar a dicotomia da agricultura a qual ele denomina da “nova revolução verde”, baseada em combustíveis fósseis, agudizando os problemas ambientais, econômicos e sociais, versus a “agricultura sustentável”, com métodos orgânicos ou biológicos, para obter gradualmente a independência das fontes não-renováveis, enfatiza que a agricultura, como todos os sistemas, depende de fontes de energia, que podem ser internas ou externas, renováveis ou não. Ainda segundo esse autor, é da proporção da energia renovável usada em relação à energia total consumida que se pode obter o índice da renovação ou sustentabilidade energética do sistema cabendo, dessa maneira, o uso de balanços energéticos, assim, uma análise energética consiste num processo de avaliação das entradas e saídas de energia em um determinado agrossistema, podendo ser renováveis ou não.

Dessa forma a contabilização dos fluxos energéticos, segundo Costabeber (1989), pode ser avaliada sob quatro abordagens: “por produto”, “sistema de produção”, “propriedade”, entendendo-se, nesse caso, o conjunto de atividades desenvolvidas no estabelecimento rural e “tamanho da propriedade”.

Moreira et al. (2005), que realizaram uma avaliação energética do cultivo do eucalipto, com e sem composto de lixo urbano, na qual compararam, para cada forma de adubação, aquela que apresentasse a melhor eficiência energética, concluíram pela eficiência energética dos dois sistemas, uma vez que os índices de conversão energética se mostraram superiores à unidade, concluindo pela sustentabilidade dos dois sistemas, enfatizando que o uso do composto orgânico de lixo urbano, do ponto de vista energético, se mostrava desfavorável quando comparado à sua não utilização, situação essa provocada principalmente pelos *inputs* representados pelo transporte e aplicação desse material.

Santos e Lucas Jr. (2004) avaliaram a quantidade de energia requerida para produzir 1 kg de frango e concluíram que a eficiência energética para essa atividade era de 0,28 ou 28%.

Freitas et al. (2006), ao compararem o balanço energético para a cultura do milho para dois sistemas diferentes de produção – plantio convencional e direto – em duas safras diferentes concluíram que o sistema de plantio direto, ainda que consuma no total 35,2% mais energia que o convencional, consome 39,9% menos energia direta correspondente a óleo diesel, lubrificantes e graxas, como consequência de um menor número de operações de preparo de solo, apresentando, no entanto, eficiência energética de 5,0, valor

esse superior em 23,3% à eficiência energética apurada para o plantio convencional. Ao final esses autores destacam que a cultura do milho, independente da forma de cultivo, apresenta grande dependência e vulnerabilidade, em virtude de grande parte dos insumos utilizados serem provenientes de fontes fósseis e da necessidade da elaboração de balanços energéticos que consideram a produção efetivamente colhida e não somente prevista.

Mrini et al. (2001) analisaram a cultura da cana-de-açúcar no Marrocos, distinguindo suas análises entre pequenas e grandes propriedades. Ao compararem os resultados obtidos para o Marrocos, independentemente do tamanho da propriedade, com localidades de outros países, concluíram que neste país a produção de cana-de-açúcar está entre as de maior gasto energético, sendo que é possível reduzir as entradas energéticas em 33% se práticas corretas de irrigação fossem utilizadas combinadas com uso adequado de adubação e máquinas agrícolas, entre outras ações. Observaram também que a relação saída/entrada energética era de 1,6 para as grandes propriedades e 1,8 para as pequenas e que do total dos dispêndios energéticos, mais que 50%, correspondiam à energia consumida nas operações de irrigação.

Podem-se citar ainda os trabalhos de Santos et al. (1994, 1995, 1996, 2000 e 2001), que entre outros aspectos, realizaram balanços energéticos de sistemas de rotação de cultura para diversas culturas na forma de plantio direto, bem como para rotação de cultura em diversos sistemas; Zanini et al. (2003) que analisaram o consumo de energia na produção de silagem de milho em plantio direto; Campos et al. (2004) que também realizaram balanço energético na produção de feno de alfafa em sistema intensivo de produção de leite; Campos et al. (2005) que realizaram uma análise energética na produção de feno; e Teixeira et al. (2005) com estudos também de balanço energético para a cultura do tomate entre outros.

Assim, para a realização dos balanços energéticos, existe a necessidade da construção de índices que, segundo Mello (1986), relacionam as grandezas energéticas que “entram” e “saem” do agroecossistema. Segundo Hart (1980), as “entradas” energéticas podem ser de dois tipos, sendo a primeira na forma da radiação solar; e a segunda a energia contida nos insumos culturais. Já as “saídas” são consideradas basicamente de um só tipo, ou seja, os produtos ou animais provenientes das atividades agropecuárias.

Ainda segundo Mello (1986), a qualidade desses índices está baseada em dois aspectos: o primeiro, que avalia as conversões dos fatores de produção a unidades

energéticas; o segundo que trata da quantificação e representação qualitativa dos fatores de produção do sistema a ser analisado, considera ainda que a principal diferença entre esses índices está na inclusão ou não da radiação solar como insumo energético no cômputo do agroecossistema. Dessa forma, esse autor relaciona cinco equações, que podem ser utilizadas de acordo com o objetivo da análise.

Quando se deseja relacionar as saídas úteis do sistema com as entradas, excluindo-se a energia solar, temos um índice denominado “Eficiência Cultural” (PIMENTEL apud MELLO, 1986), expresso por:

$$\text{Eficiência Cultural} = \frac{\text{"saídas úteis" (em Calorias)}}{\text{"entradas" culturais (em Calorias)}} \quad \text{Eq. 1}$$

1

Por sua vez, quando se deseja considerar a radiação solar como insumo e determinar o quão eficiente é a planta na captação de energia, utiliza-se um índice denominado de “Eficiência Ecológica” (HART, 1980):

$$\text{Eficiência Ecológica} = \frac{\text{"saídas úteis" (em calorias)}}{\text{(radiação solar + "entradas" culturais) (em calorias)}} \quad \text{Eq. 2}$$

No entanto, quando o interesse for de apenas mensurar a quantidade do produto obtido em função das entradas calóricas, incluindo-se ou não as radiações solares, têm-se respectivamente, os índices de “Produtividade Ecológica” e “Produtividade Cultural”, que devem ter uso específico para cada produto agrícola (FLUCK apud MELLO, 1986), descritos da seguinte forma, equações 3 e 4:

$$\text{Produtividade Ecológica} = \frac{\text{quantidade de produto (kg)}}{\text{(radiação solar + Energia culturais) (calorias)}} \quad \text{Eq. 3}$$

$$\text{Produtividade Cultural} = \frac{\text{quantidade de produto (kg)}}{\text{Energia Cultural (calorias)}} \quad \text{Eq. 4}$$

Hart (1980) destaca que, se a intenção for de apenas mensurar o ganho calórico total que o sistema gera, deve-se calcular a “Energia Cultural Líquida”, que consiste na apuração da diferença entre as “saídas” úteis e as “entradas” culturais, mensuradas em calorias, expresso pela equação 5 abaixo:

$$\text{Energia Cultural Líquida} = \text{“Saídas” Úteis (calorias)} - \text{“Entradas” culturais (calorias)} \quad \text{Eq. 5}$$

Por sua vez, Risoud (2000), analisando a eficiência de vários sistemas de produção na França o fez através de dois índices: “Eficiência Energética” e “Balanço Energético”, dadas pelas equações a seguir:

$$\text{Eficiência Energética} = \frac{\text{Total energético dos produtos úteis (a)}}{\text{Total das energias não-renováveis usadas na produção (b)}} \quad \text{Eq. 6}$$

$$\text{Balanço Energético} = a - b \quad \text{Eq. 7}$$

Segundo essa autora, se o resultado da equação 6 for maior que 1, o que implicaria num resultado positivo para a equação 7, uma consideração possível é que mais CO₂ está sendo capturado do que gasto no processo de produção, nesse caso, a agricultura é eficiente na redução de dióxido de carbono.

Deve-se destacar, no entanto, que o termo “Eficiência Energética” proposto por Risoud diz respeito a especificamente a um índice de eficiência.

Segundo Bueno (2002), uma vez elegidos os índices que serão utilizados, existe a necessidade de definir as ‘entradas’ (*inputs*) e ‘saídas’ (*outputs*) de energia do agroecossistema, em etapas sucessivas, com a descrição e quantificação das unidades utilizadas que se apresentam no agroecossistema.

Esse autor destaca que será do detalhamento dessas “entradas” e “saídas”, com as respectivas conversões dos coeficientes técnicos das exigências físicas

apresentadas em unidades de coeficientes energéticos e da conversão destes e sua inclusão nos fluxos de energia estabelecidos, determinando a matriz dessas “entradas” e “saídas” energéticas que comporão o agroecossistema estudado, tornando assim possível a realização do balanço energético.

Neste aspecto, o referido autor realizou revisão bibliográfica, detalhando para cada um dos elementos da matriz de “entradas” e “saídas” os valores energéticos existentes na literatura. Dessa forma, maiores informações para as “entradas energéticas” correspondentes a mão-de-obra, sementes, animais de trabalho, combustível, óleo lubrificante e graxa, máquinas e implementos, corretivo de solo e fertilizantes químicos; e para as “saídas” energéticas, correspondentes à produção do milho, deverão ser buscadas na obra citada, o mesmo ocorrendo quanto à maneira pela qual pode ser feita a contabilidade energética no setor agropecuário, quais sejam, por produto, por sistema de produção, por propriedade e por tamanho de propriedade.

4.3 Análise econômica

Na análise econômica de qualquer empreendimento é importante definir, preliminarmente, que a sua análise em termos de eficiência pode ser realizada de várias formas. Albuquerque e Nicol (1987) definem que a eficiência pode se dar de três formas diferentes, quais sejam: Eficiência técnica, eficiência alocativa e eficiência econômica.

Esses autores consideram que existe eficiência técnica quando, dados certos índices de produtividade parcial para n fatores de produção, não for possível se produzir com maior produtividade com referência a pelo menos um fator, mantendo-se os outros índices iguais, o que implica poder existir muitos processos de produção tecnicamente eficientes. Por sua vez, a eficiência alocativa está relacionada a um processo de minimização de custos e, a existência da eficiência econômica só se dá quando existe, ao mesmo tempo, eficiência técnica e alocativa, isto é, minimização de custos dentro da fronteira tecnológica disponível.

De uma forma geral, ao realizarmos a análise econômica de um empreendimento (agrícola ou não), busca-se antes de qualquer outro indicador, analisar sua rentabilidade que não pode ser confundido com o conceito de eficiência econômica, no entanto,

para este trabalho, o termo eficiência econômica foi tomado como sinônimo de rentabilidade econômica.

Nesse sentido, Gaslene et al. (1999) apresentam diversos critérios para a apuração da rentabilidade econômica de um empreendimento os quais denominam de métodos tradicionais. Fundamentados na teoria financeira são aqueles que têm como parâmetros o princípio do desconto, chamados de métodos baseados nos fluxos de caixa descontados, isto é, aqueles que apresentam os seguintes critérios:

a) Valor presente líquido (VPL), que é obtido pela diferença entre o valor presente das entradas líquidas de caixa associadas ao projeto e o investimento necessário, com o desconto dos fluxos de caixa feito a uma taxa de juros pré-definida;

b) Índice de lucratividade (IL), consiste em estabelecer a razão entre o valor presente das entradas líquidas de caixa do projeto e o investimento inicial, considerando-se também uma taxa mínima de atratividade, que representado por um índice que torna o investimento atrativo;

c) Taxa interna de retorno (TIR), na qual o retorno de um investimento é a taxa que anula o valor presente líquido do fluxo de caixa do investimento que está sendo analisado. Será atrativo o investimento cuja taxa interna de retorno for maior ou igual à taxa de atratividade do investidor. Em comparações de investimentos, o melhor é aquele que apresentar a maior taxa interna de retorno.

Para Gaslene et al. (1999) esses critérios se apresentam como medidas de rentabilidade tradicionalmente utilizadas nas empresas, considerando os critérios do tempo de recuperação do capital (*pay back*), no qual a idéia principal é que um investimento é tanto mais interessante quando suas entradas líquidas de caixas anuais permitirem mais rapidamente recuperar o capital inicialmente gasto para realizá-lo; e da taxa de retorno contábil nos quais os lucros projetados são divididos pelo investimento no projeto.

Boller e Gamero (1997), utilizando-se de critérios de retornos econômicos, realizaram estudos dos custos econômicos e energéticos para doze sistemas de preparo de solo e manejo para a cultura do feijão.

Esses autores concluíram que a substituição do preparo convencional (aração e duas gradagens) de solo pelo uso de enxada rotativa implicou numa economia entre R\$36,65 e R\$40,88 por hectare, permitindo ainda uma economia, que variou de 58% a 43% da energia requerida, e os custos econômicos e energéticos decorrentes da implantação e do manejo das culturas de cobertura e o uso de herbicidas, quando o caso, superaram as vantagens resultantes da substituição do preparo convencional na condição de pousio, pelos dois sistemas de preparo alternativos quando esses foram combinados com culturas para a cobertura de solo.

O estudo também concluiu que, no curto prazo, um sistema de manejo conservacionista de solo, com a implantação de culturas de inverno para obtenção de cobertura de solo é desvantajoso tanto do ponto de vista econômico quanto energético, apresentando a vantagem, entretanto, de minimizar a perdas de solo, sendo, portanto, aconselhável seu uso no médio prazo.

Utilizando-se desse critério, Farra e Esperancini (2005) analisaram diversas possibilidades do uso de resíduos provenientes de uma indústria do setor florestal para a geração de energia térmica, bem como a viabilidade econômica dessas alternativas, considerando para tanto os parâmetros de valor presente líquido, taxa interna de retorno e relação custo benefício. Combinando várias alternativas de geração de energia as autoras concluíram que resíduos madeireiros são capazes de gerar energia suficiente para substituir o óleo combustível em sua totalidade apresentando ainda viabilidade econômica com taxas interna de retorno não inferior a 11,95% no caso de uso de capital próprio e 18,24% considerando a possibilidade de financiamento.

Esses métodos, ou modelos determinísticos, pressupõem que os dados de entrada são perfeitamente conhecidos, no entanto, uma análise baseada numa previsão de produção e de um determinado preço de venda possui uma grande dose de incerteza. Nesse caso, a incerteza sobre cada um dos parâmetros pode acarretar numa variabilidade muito grande quanto ao resultado econômico do empreendimento.

Para superar esses problemas, Galesne et al. (1999); Casarotto Filho e Kopittke (2000) e, Motta e Calôba (2002) propõem o uso de modelos probabilísticos nos métodos de avaliação de projetos de investimentos, os quais podem ser reunidos em 3 categorias: uso de regras de decisão às matrizes de decisão; análise de sensibilidade; e de

métodos de simulação, dos quais se destaca os métodos de simulação de Monte Carlo, cuja metodologia servirá de base para as análises econômicas e energéticas utilizadas neste trabalho.

Segundo Eckhardt (1987), as idéias fundamentais, nas quais o método de Monte Carlo se baseia, tiveram origem com as formulações de Stan Ulan, em 1946, que de um problema simples, que tratava das probabilidades de sucesso num jogo de cartas, foram posteriormente desenvolvidas em conjunto com John von Newman, em 1947, no laboratório de Los Alamos, para investigar o movimento aleatório de nêutrons num reator nuclear.

Nos anos mais recentes, a simulação de Monte Carlo tem sido aplicada a uma infinidade de situações como alternativa aos modelos matemáticos exatos. Atualmente é possível encontrar modelos que fazem uso das simulações de Monte Carlo nas mais diversas áreas, tais como, na física, comunicações, aviação, sistemas críticos de segurança, matemática, empresarial, econômica e industrial (FAULIN e JUAN, 2005; BENTSEN et al., 2005 e OGATA, 2003).

Para Faulin e Juan (2005), a simulação de Monte Carlo é uma técnica quantitativa que faz uso da estatística e computadores para simular o comportamento aleatório de sistemas reais. Seu princípio consiste em criar um modelo matemático do sistema, processo ou atividade que se queira analisar, identificando as variáveis cujo comportamento aleatório determina o comportamento global do sistema.

Em essência, esse método representa, segundo o *Computational Science Education Project* – CSEP (1995), que o sistema físico que se deseja simular pode ser descrito por uma função densidade de probabilidade obtida a partir de n experimentos distribuídas no intervalo $[0, 1]$. Assim, os resultados destas amostragens aleatórias, devem ser acumuladas ou contadas de maneira apropriada para produzir os resultados desejados.

Para o CSEP (1995), os componentes principais para a aplicação da simulação de Monte Carlo incluem:

- Conhecimento da Função Densidade de Probabilidade que descreve o sistema sob análise;
- Gerador de números aleatórios; para isso, uma fonte de números aleatórios uniformemente distribuídos no intervalo de unidade deve estar disponível.

- Definição do processo de amostragem dos resultados gerados;
- Contagem dos resultados de interesse.

Faulin e Juan (2005), ao considerarem esses aspectos, afirmam que o uso de planilhas de cálculos tem sido amplamente utilizado nesse processo de simulação, destacando o uso de programas comerciais específicos para esse fim, tais como *@Risk*, *Crystall Ball*, *Insight.xla*, entre outros.

Um dos pressupostos para a utilização da simulação de Monte Carlo é que a distribuição das variáveis envolvidas seja conhecida, sendo a variável Preço do produto em estudo como uma das mais importantes, que neste caso apresenta características de séries de tempo, apresentando, não somente tendência como também um padrão sazonal claro, como demonstrado por Francisco et al. (1995). Por isso torna-se necessário dispor da série de preços livres das variações sazonais.

Fava (2000) afirma que as séries de tempo podem ser decompostas em tendência, que consiste num movimento contínuo dos dados numa determinada direção, que dura um período de tempo grande; ciclo, que consiste num movimento oscilatório em torno da tendência, que se verifica durante um período de tempo maior que um ano e que não é necessariamente regular; sazonalidade que é um movimento oscilatório que ocorre com regularidade em sub-períodos de um período de tempo fixo (geralmente um ano); e, finalmente o termo aleatório ou componente errático, sendo definido como movimento errático, irregular, que decorre de fatores estritamente aleatórios.

Dentro das estratégias existentes para decomposição de uma série de tempo está a proposta por Hoffman (1980), que consiste no uso de média geométrica móvel centrada, existindo ainda outras metodologias, tais quais Versão X-11 do Método II do Censo, Modelos ARIMA e Modelos de Regressão, sendo esses últimos descritos por Francisco et al. (1995) e Pino et al. (1994). Análises complementares do tratamento de séries temporais estão também descritas em Morettin e Tolo (2004) e Gujarati (2004), Stock e Watson (2004), entre outros.

Como resultante da decomposição da série temporal dos preços, torna-

se possível obter os respectivos fatores sazonais mensais, que podem testados pelas estatísticas de Análise de Variância combinados com o Método da Diferença Mínima Significativa de Tukey, conforme descritos por Moretin e Toloí (2004) e Ferrán Aranaz (2001).

No período recente, estudos para a avaliação de resultados econômicos de empreendimentos agrícolas têm incorporado em seus métodos a simulação de Monte Carlo, o que permite avaliar o resultado econômico não mais pontualmente, mas sim na forma de uma distribuição de probabilidade dos resultados possíveis.

Santos et al. (1998a), no período de 1987 a 1995, avaliaram cinco sistemas de rotação de culturas com triticale: sistema I (trigo/soja); sistema II (trigo/soja e aveia-preta/soja); e sistema III (triticale/soja, aveia/soja e ervilhaca/milho); sistema IV (triticale/soja, ervilhaca e milho e aveia-preta/soja) e sistema V (triticale/soja, ervilhaca/milho e aveia-preta e soja); A partir dos dados de entradas de preços, rendimento de grãos e custos de cada alternativa, foram geradas distribuições de probabilidade cumulativa dessas variáveis, mediante o processo de Monte Carlo, bem como a distribuição da receita líquida correspondente a cada alternativa. Com base nessas distribuições de probabilidade cumulativa foram obtidos os intervalos de preços, rendimento e receitas líquidas, com 5% de probabilidade entre cada intervalo, concluindo que o sistema II, para o período de 1987 a 1989, e o sistema II, no período de 1990 a 1991, mostraram ser as melhores alternativas de produção, dos pontos de vista de rentabilidade e de menor risco.

Esses autores (1998b; 2002 e 2004), utilizaram-se da mesma metodologia para buscar identificar a melhor alternativa em termos de lucratividade e risco em diversos sistemas de rotação de culturas.

Ambrosi et al. (2001) avaliaram a lucratividade e risco de quatro sistemas de produção de grãos combinados com pastagens de inverno. Os sistemas foram: sistema I (trigo/soja, aveia-preta pastejada/soja, e aveia-preta pastejada/soja); sistema II (trigo/soja e aveia-preta + ervilhaca pastejadas/milho); sistema III (trigo/soja, aveia-preta + ervilhaca pastejadas/soja e aveia-preta + ervilhaca pastejadas/milho); e sistema IV (trigo/soja, aveia-branca/soja e aveia-branca/soja).

Através da simulação de Monte Carlo foi possível obter distribuições de probabilidade que, da análise da distribuição acumulada da receita líquida, pôde-se concluir que o sistema I apresentou na baixa probabilidade de risco (5%), maior renda líquida/ha, em

comparação com os sistemas II, III e IV. Na alta probabilidade de risco (100%), o sistema II obteve a maior renda líquida/ha, em relação aos sistemas I, III e IV. Os autores apontam para situações hipotéticas que um agricultor que não queira correr risco superior a 5% de ter receita líquida negativa, jamais deverá escolher os sistemas II, III ou IV. Por outro lado, um outro agricultor, que pretenda obter a maior renda líquida possível, escolheria o sistema II. Finalmente se um determinado agricultor, que jogasse 50% de suas possibilidades de atingir a máxima receita líquida também escolheria o sistema II para obter uma receita líquida menor ou igual a R\$423,96/ha.

Souza (2001) propôs um modelo para a análise de risco econômico aplicado ao planejamento de projetos de irrigação para a cultura do cafeeiro, baseado num processo de método de “Monte Carlo”. As análises de aplicação do modelo foram feitas com dados levantados em duas propriedades que irrigavam o cafeeiro, no qual três pacotes tecnológicos (40, 60 e 80 sc/ha), seis manejos anuais de irrigação e a ocorrência de eventualidades na vida útil da cultura, foram avaliados.

O autor concluiu que o modelo desenvolvido mostrou-se eficiente para realizar os cálculos voltados ao planejamento e determinação do risco econômico da cafeicultura irrigada e a estrutura modular proposta possibilita o acompanhamento de grande parte do processo de cálculo das análises de simulação e que as análises de risco econômico da cafeicultura irrigada, mostraram que os pacotes tecnológicos de 60 sc/ha e 80 sc/ha apresentaram-se economicamente viáveis para as duas propriedades, adotando-se ou não a irrigação. O manejo de irrigação suplementar durante todo ano sempre se mostrou a melhor alternativa econômica.

Santos et al., (2004) analisaram a lucratividade e risco de sistemas de produção, de manejo de solo e de rotação e sucessão de culturas e concluíram que era possível separar o plantio direto e o cultivo mínimo como as melhores alternativas a serem oferecidas ao agricultor, por apresentarem maior lucratividade.

Esses autores concluíram também, analisando a distribuição de probabilidade acumulada da receita líquida, que o plantio direto mostrou na baixa probabilidade de risco (5%) e na alta probabilidade de risco (100%), maior renda líquida por hectare, comparativamente ao preparo convencional de solo com arado de discos, ao preparo convencional de solo com arado de aivecas e ao cultivo mínimo concluindo que, de acordo

com os resultados da análise da distribuição da probabilidade acumulada da receita líquida, a escolha da alternativa fica a critério do tomador de decisão, considerando as probabilidades de maior ou de menor risco.

Junqueira e Pamplona (2002), ao analisarem a viabilidade econômica através da análise de valor presente líquido (VPL) para a instalação de um conjunto de rebeneficiamento de café na Cooperativa Regional de Cafeicultores do Vale do Rio Verde (COCARIVE), utilizando-se para tanto das técnicas de simulação de Monte Carlo, apontaram para o fato que a metodologia não fornece uma resposta única, e sim, uma gama delas e que para o caso em particular não houve interação que apresentasse um valor de VPL menor que zero, isto é, a probabilidade do investimento resultar em prejuízo era nula.

Estudando quatro sistemas de produção de milho, que refletiam escalas de produção e níveis tecnológicos diferentes, Esperancini et al. (2004) realizaram uma análise de rentabilidade e risco na produção de milho para a região de Botucatu, com base em diferentes cenários para os quais foram definidas distribuições de probabilidade para as variáveis determinantes da rentabilidade líquida (em R\$/ha).

Os autores, fazendo uso de técnicas de simulação, concluíram que, dentre os sistemas utilizados, aquele que apresentava a maior probabilidade (acima de 95%) de rentabilidade era o sistema que tinha como característica o maior volume de capital imobilizado, ou seja, os sistemas que adotavam maiores escalas de produção apresentavam maior lucratividade – para os mesmos níveis de risco – que a pequena e média produção, concluindo pela necessidade da busca de alternativas tecnológicas para os pequenos e médios produtores, dado o elevado risco desses produtores obterem resultados econômicos desfavoráveis.

Salles (2004) propôs em seu trabalho a aplicação de duas metodologias de análise financeira de projetos de geração eólica que permitissem a consideração explícita de incertezas associadas à velocidade do vento. A primeira baseou-se na Simulação de Monte Carlo e a segunda no método de séries temporais de Box e Jenkins. Na simulação de Monte Carlo, a autora usou valores de velocidades de vento a partir da distribuição de frequência da série observada.

Em sua análise, os valores amostrados formaram um cenário aleatório, para o qual foi realizada uma análise financeira, obtendo-se assim, um conjunto de indicadores

financeiros condicionados a esse cenário. Assim diversos cenários foram então gerados para se realizar a análise de risco financeiro, possibilitando o cálculo do valor esperado de indicadores financeiros, Taxa Interna de Retorno (TIR) e do Valor Presente Líquido (VPL), além de suas distribuições de probabilidade empírica. Outros indicadores de risco, tais como a probabilidade de não remuneração do investimento e o potencial de perda do investidor (*Value-at-Risk*), também foram obtidos. A autora concluiu ainda que as metodologias tornaram possível realizar a análise de risco financeiro do projeto de geração eólica de um determinado sítio no Brasil.

Ponciano et al. (2004), utilizando-se de critérios econômicos de cálculos do valor presente líquido e taxa interna de retorno, estudaram a viabilidade econômica e de risco da fruticultura na região norte fluminense. Como forma de mensurar o risco para cada atividade os autores usaram o método de Monte Carlo. Os resultados mostraram que a fruticultura pode ser uma boa alternativa para a região, concluindo pelo processo de simulação, que a probabilidade do produtor obter um VPL negativo é baixa para a maioria das frutas analisadas.

Especificamente para a cultura do abacaxi, obtiveram uma probabilidade de 0,00% do VPL menor que zero e de 54,58% do VPL menor que o VPL inicial (R\$1.861,24 para um horizonte de planejamento de 2 anos ou R\$27.918,60 em 30 anos); para a cultura do maracujá, constatou-se probabilidade de 2,06% do VPL menor que 0 e de 39,15% do VPL que o VPL inicial (R\$2.372,65 para um horizonte de planejamento de 2 anos ou R\$35.589,75 em 30 anos); para a cultura da pinha, obteve-se probabilidade de 1,88% do VPL menor que 0 e de 31,47% do VPL menor que o VPL inicial (R\$18.777,12 para um horizonte de planejamento de 20 anos ou R\$28.165,68 em 30 anos). Pela simulação de Monte Carlo, concluíram que os maiores riscos estavam relacionados às culturas da manga e goiaba.

Para Esperancini e Paes (2005), considerando que em culturas permanentes, dado o capital imobilizado na exploração, é interessante ao produtor verificar se no curto prazo as receitas auferidas em determinada safra são suficientes para cobrir os custos operacionais de produção; por sua vez, no longo prazo, é necessário verificar se as receitas são capazes de cobrir os investimentos decorrentes da imobilização do capital fixo, bem como os custos operacionais durante um determinado horizonte temporal.

Esses autores, utilizando o método de simulação estocástica ou de

Monte Carlo para determinar os indicadores de viabilidade econômica dos investimentos, na cultura do café, sob condições de risco, por envolver elementos aleatórios, referentes aos riscos de preços e produtividade, realizaram uma análise de investimentos da produção dessa cultura, sob quatro sistemas de produção – irrigado e convencional e duas variações quanto ao adensamento de plantio.

Para cada cenário foram elaborados os fluxos de caixa e a partir deles foram estimados os seguintes indicadores para determinar a viabilidade econômica dos investimentos: Taxa Interna de Retorno (TIR), Valor Presente Líquido (VPL), Relação Benefício-Custo (RBC), Custo Total Atualizado (CTA), *Pay Back* Simples (PBS), *Pay Back* Econômico (PBE) e Custo Total Unitário (CTU). Concluiu-se que a maior viabilidade econômica ocorria para os sistemas irrigados e mecanizados, com maior densidade de plantio e piores resultados econômicos para o sistema convencional, com menor adensamento de plantio.

Fontaneli et al. (2006) estudaram a lucratividade e risco de sistemas de produção de grãos, durante 5 anos em vários sistemas de produção com pastagens, sob sistema plantio direto, aplicando-se à receita líquida quatro tipos de análise nos sistemas de produção: análise da receita líquida, da média variância, da distribuição de probabilidade acumulada e da dominância estocástica. Para cada um dos conjuntos de dados de rentabilidade, foram geradas distribuições de probabilidade cumulativa, mediante o processo de Monte Carlo, bem como a distribuição da receita líquida correspondente a cada alternativa. Os autores concluíram que, pela análise da receita líquida e da média variância, não houve diferença significativa entre os sistemas estudados.

Trabalhando com modelos de previsão econômica para tomadas de decisão sob condição de risco na citricultura, Paes (2005) e Paes e Esperancini (2003) utilizando-se da técnica de simulação de Monte Carlo para três cenários distintos quanto à densidade de plantio (300, 476 e 512 plantas x ha⁻¹), em função de diferentes preços de venda da caixa da laranja, produtividade e custos operacionais de produção, as autoras concluíram que o adensamento de 476 plantas x ha⁻¹ correspondia à maior probabilidade de lucro operacional, em qualquer nível de probabilidade e risco quando comparado ao sistema de 300 plantas x ha⁻¹ e que este, dentre os três cenários propostos, apresentou as maiores probabilidades de lucratividade, concluindo ainda, que em termos probabilísticos, o aumento

da produtividade decorrente da densidade para 512 plantas x ha⁻¹ não compensou a elevação dos custos operacionais quando comparado ao sistema com 476 plantas x ha⁻¹.

Nesse caso, quanto maior a probabilidade da lucratividade do empreendimento maior era também o risco incorrido, uma vez que, para a obtenção de lucros elevados era necessário que simultaneamente ocorressem preços elevados no mercado, bem como alta produtividade.

Em síntese, é possível avaliar que os métodos de simulação, notadamente o de Monte Carlo, tem amplo uso sendo um instrumento adequado quando o resultado das variáveis de estudo não puder ser estimado deterministicamente.

4.4 Análise energética econômica

A conjunção da análise energética com a análise econômica é de grande importância ao buscar compreender de que forma se dá a relação de entrada e saídas energéticas quando relacionadas com entradas e saídas econômicas, permitindo identificar não somente quais entradas energéticas têm maior participação no processo produtivo, mas também valorá-las quanto à sua participação no rendimento econômico.

Com esse enfoque, Shankar e Tripathi (1997) avaliaram as eficiências energéticas e econômicas em 2 áreas trabalhadas no sistema *jhum*¹, respectivamente com 6 e 20 anos de ciclo, nos quais foram quantificados os retornos monetários e energéticos da cultura do arroz, durante dois anos de cultivo, comparando-se, então os resultados. Os resultados indicaram que os cultivos são energeticamente eficientes, com retornos energéticos entre 15 e 20 vezes a energia investida, concluíram ainda que, as eficiências energética e econômica declinam com o encurtamento do ciclo de *jhum*, havendo uma redução da eficiência entre dois anos consecutivos.

A aplicação de fertilizantes, ainda que resultasse num aumento da eficiência econômica, mostrou-se altamente ineficiente do ponto de vista energético, sendo recomendado que os usos de fertilizantes orgânicos combinados com inorgânicos pode ser a melhor opção para melhorar a eficiência energética e aumentar a eficiência econômica.

¹ Cultivo de *jhum* consiste numa prática de deixar a terra em pousio durante determinado tempo, após o qual se retoma a atividade agrícola.

Palma (2001), ao verificar a compatibilidade entre as eficiências energética e econômica numa empresa rural, utilizando-se de técnicas de programação linear, procurou determinar, para diversas atividades, em diferentes sistemas de produção, quais resultavam na máxima eficiência energética econômica. O autor concluiu que, com a tecnologia em uso na agricultura, uma eficiência econômica máxima associava-se a uma eficiência energética mínima, ou seja, a eficiência energética varia em sentido contrário à eficiência econômica e que, em termos de economia de energia, o componente com maior peso energético se relacionava aos fertilizantes químicos. Aponta ainda que num futuro, no qual se crie uma consciência da questão energética, as atividades cujo coeficiente energético é muito baixo tenderão a desaparecer.

No período mais recente, as análises econômicas energéticas estão sendo consideradas metodologias que incorporam análises de risco, destacando-se aquelas que levam em conta em sua formulação modelos probabilísticos para estimativas dos resultados econômicos como já destacados.

Nesse aspecto, Pinto (2002) trabalhando numa análise econômica energética de sistema florestal a ser implantado numa reserva florestal localizada em terras indígenas, realizou sua avaliação buscando identificar qual entre vários sistemas alternativos poderia apresentar uma melhor eficiência econômica energética. Nesse sentido, para um sistema agroflorestal para produção de borracha ao qual se incluíam três variedades de palmito, feijão e milho, avaliados economicamente quanto ao valor atual líquido, taxa interna de retorno, relação custo benefício, *pay pack* simples e *pay back* econômico, esse autor simulou vários cenários econômicos sob condições de risco através do método de Monte Carlo.

O método indicou que, dos quatro cenários idealizados, três deles se mostravam viáveis, apresentando, em média, taxas internas de retorno superiores a 6,0% ao ano, e que um deles se apresentava totalmente inviável, com taxa média igual a zero. Por sua vez, para a análise energética dois cenários foram testados: o primeiro valendo-se do uso de uréia, e o segundo substituindo-se a uréia por biofertilizante, aos quais buscou relacionar a energia injetada na agricultura e a energia final aproveitável na agricultura.

Da mesma forma que na análise econômica, os resultados da energia final aproveitável foram simulados, concluindo-se em ambos os casos as probabilidades de se obter um rendimento superior a 1 eram de 100% (1,137 e 1,132 respectivamente), permitindo

ao autor concluir que a mudança de um componente de origem fóssil não foi suficiente para o aumento da eficiência energética; no entanto, é de considerar que o não uso da uréia contribui para reduzir o uso da energia fóssil em mais de 50%, o que favorece a sustentabilidade do projeto no longo prazo, razão pela qual o cenário II ser recomendado em detrimento do cenário I.

Por sua vez, Romero (2005) realizou uma análise da eficiência energética e econômica para a cultura do algodão em sistemas agrícolas familiares buscando estabelecer e clarificar a relação entre a eficiência energética e econômica, concluindo que do ponto de vista energético o agrossistema produziu uma eficiência cultural de 0,71, sendo altamente dependente de fontes de energia indireta, quais sejam, inseticida, herbicidas e adubação química. A análise econômica, com indicadores de eficiência apresentados na forma de distribuição de probabilidade, permitindo visualizar que a máxima eficiência econômica (1,33) ocorria no mês de maio, numa probabilidade de ocorrência baixa (0,30%), e que as relações econômicas e energéticas ao apresentarem-se coincidentes em determinados momentos evidenciavam ser esse sistema altamente dependente de conjunturas externas de mercado e política econômica e por fim, que sistemas eficientes economicamente não necessariamente o são do ponto de vista energético.

Bueno et al. (2005) realizaram uma avaliação energética e econômica do agrossistema algodão, sob condições de agricultura familiar. Da análise energética concluíram que o itinerário técnico do agrossistema estudado privilegia o tipo de energia indireta com uma dependência excessiva de energia de fontes não-renováveis, os quais destacaram que, no total dos dispêndios energéticos, o diesel participava com 42,98%. Do ponto de vista econômico, cuja distribuição foi obtida através da metodologia de simulação de Monte Carlo, concluíram ainda que os indicadores de eficiência se mostraram significativamente superiores à eficiência energética e que, a probabilidade da ocorrência da maior eficiência econômica (14,9) apresentava uma probabilidade muito baixa de ocorrência – apenas 0,4 % – e que, no contexto geral, as relações energéticas e econômicas podem ser coincidentes em determinados momentos apresentando, no entanto, uma alta dependência de conjunturas externas de mercados e políticas econômicas.

Esperancini et al. (2005), por sua vez, ao estudarem a relação energética e econômica da produção de milho em agricultura familiar concluíram que a matriz

energética desse sistema produtivo, ainda que apresentasse indicadores positivos de eficiência energética cultural, apresentou uma dependência de fontes de energia não-renováveis e que a probabilidade da eficiência econômica ser superior à eficiência energética apresentava probabilidade igual a zero, apontando dessa forma para a possível insustentabilidade energética do sistema no longo prazo.

Sob o aspecto da análise da eficiência econômica, o indicador de maior frequência foi de 1,25 com uma probabilidade de ocorrência de 23,1%, entretanto, é de considerar a existência da probabilidade dos retornos serem menores que 1, indicando que, sob determinadas circunstâncias, essa atividade pode ser altamente ineficiente do ponto de vista econômico, apontando assim, para a necessidade de se buscar alternativas produtivas – tanto econômicas quanto energéticas – particularmente para a agricultura familiar.

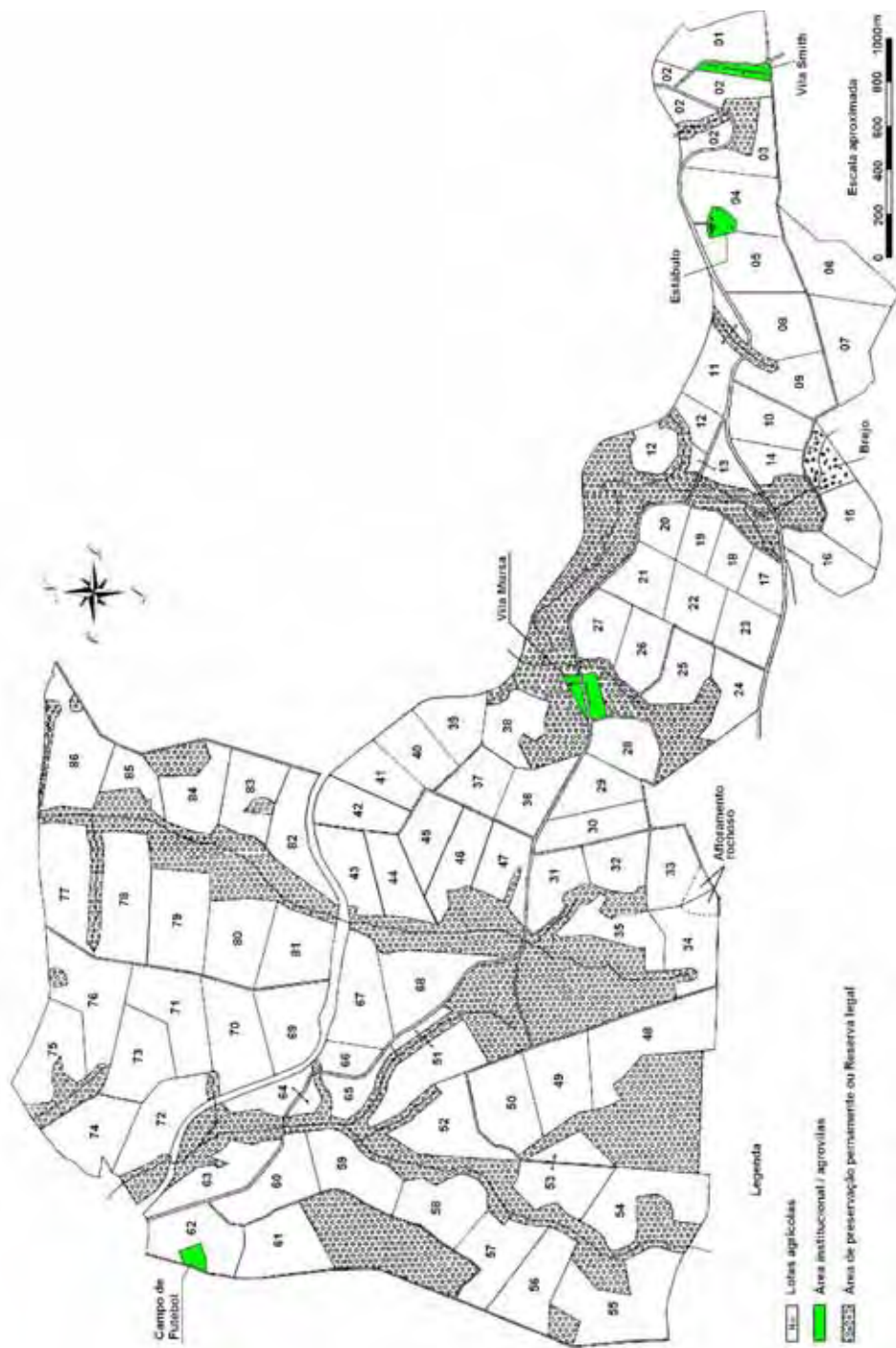
Da leitura desses trabalhos é possível verificar que a utilização de técnicas que permitem avaliar o grau de incerteza nas análises energética e econômica que se apresentam mais adequadas, pois ao fornecerem resultados na forma de distribuições de probabilidade, possibilitam análises mais aprofundadas dessas relações.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Caracterização da área de estudo

O trabalho foi desenvolvido junto aos agricultores da Área I do Projeto de Assentamento Fazenda Ipanema no município de Iperó, região sudoeste do Estado de São Paulo, distante aproximadamente 130 km da Capital, tendo como objeto de estudo a cultura do milho. Trata-se de uma área de assentamento, administrado pelo Governo Federal, implantado em 1994, com 153 lotes divididos em 2 áreas, num total de 1.815,00 ha (INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA, 2003), assistidos tecnicamente pela Fundação Instituto de Terras do Estado de São Paulo “José Gomes da Silva” (ITESP).

Segundo estudo publicado pelo Ibama (2003), com base em dados fornecidos pelo ITESP, a área I do assentamento, com 86 lotes, totalizando 1.210,00 ha tem 71,22% de sua área destinada a atividades agrícolas, tais como, arroz, feijão, milho e mandioca; fruticultura e pecuária de leite e corte; 3,69% ocupadas com infra-estrutura e 25,09% de áreas de preservação permanente (Figura 1).



Fonte: Figura cedida pelo Escritório do Itesp – Sorocaba, (2007)
A figura possui alterações realizadas pelo autor.

Figura 1. Croqui Projeto de Assentamento Fazenda Ipanema – Área I

A Floresta Nacional de Ipanema, na qual o Assentamento está inserido, é atravessada em sua parte sul pelo Trópico de Capricórnio, localizando-se assim em uma zona de transição, de tropical para temperada. Segundo a classificação de Köeppen, a área apresenta condições climatológicas tipo Cfa, que se caracteriza por possuir clima subtropical quente, constantemente úmido, com inverno menos seco (a precipitação oscila entre 30 e 60 mm), temperaturas máximas superiores a 22°C e mínimas inferiores a 18°C ao sul (Área II), limitando com Cwa (ao norte, Área II), que por sua vez se apresenta com clima subtropical quente, com inverno mais seco (precipitação inferior a 30 mm). A precipitação média anual da região é da ordem de 1.400 mm, com mínimo de 800 mm e máximo de 2.200 mm. (TAVARES apud IBAMA, 2003).

A área I do Projeto de Assentamento Ipanema foi escolhida como local para a coleta dos dados primários por apresentar diversidade quanto aos tipos de sistemas de cultivo da cultura do milho, tempo de implantação, uma vez que o mesmo se encontra em fase de consolidação e pela experiência pessoal do pesquisador que, durante 10 anos, atuou como Engenheiro Agrônomo na assistência técnica agrônômica junto aos assentados.

5.2 Composição dos sistemas de plantio

A composição da amostra seguiu a metodologia na qual se trabalhou com “amostragens dirigidas, de forma que fosse possível analisar a diversidade dos fenômenos mais importantes observados. O tamanho da amostra foi, pois, determinado, sobretudo pela complexidade e pela diversidade da realidade estudada” (GARCIA FILHO, 1999, p. 11).

Dessa maneira, a determinação da amostra esteve diretamente relacionada à representatividade da diversidade da região em análise, embora as amostras sejam pouco representativas do ponto de vista estatístico (DUFUMIER, 1996), não se trabalhou, dessa forma, com amostragens aleatórias, pois essas não asseguravam, justamente por seu caráter intrínseco, a representação e a análise aprofundada da diversidade que os sistemas de produção da atividade milho pudessem assumir.

Ainda segundo Garcia Filho (1999), no caso de análise de sistemas, o que interessa, num primeiro momento, não é a representatividade estatística da zona estudada, mas sim, a abrangência e a diversidade dos sistemas de produções existentes, por isso, foram

eleitos estabelecimentos e sistemas de produção que revelassem a diversidade e as tendências identificadas, mesmo que a existência de certos sistemas “marginais” ou “extremos” fossem pouco representativos do ponto de vista estatístico.

Deve-se destacar que a amostragem dirigida (ou intencional) não deve ser confundida com um processo de amostragem por conveniência, na qual as unidades amostrais são eleitas de acordo com critérios de acessibilidade consistindo apenas das pessoas disponíveis para tal (LARSON e FABER, 2004).

A suposição básica para construção de amostragens intencionais “com bom julgamento e uma estratégia adequada, podem ser escolhidos os casos a serem incluídos e, assim, chegar a amostras que sejam satisfatórias para as necessidades da pesquisa. Uma estratégia utilizada na amostragem intencional é a de se escolherem casos julgados como típicos da população em que o pesquisador está interessado” (MATTAR, 2000, p. 138).

É essa a razão pela qual a elaboração da amostra foi dirigida, sendo construída por produtores mais representativos de cada categoria (patamar tecnológico) e de cada tipo de sistema de produção, identificados através de pesquisa junto ao órgão de Assistência Técnica (agrônomos e técnicos agrícolas) e lideranças locais, sendo simplesmente identificados como Assentados.

Assim, a identificação dos diversos sistemas de cultivo foi realizada com base em entrevistas (Figura 1A.) com agricultores representativos dos possíveis sistemas, lideranças envolvidas com grupos de máquinas e o agrônomo do ITESP responsável pela assistência técnica na área. O referido questionário, além de possibilitar identificar os itinerários técnicos permitiu quantificar o uso dos fatores de produção, suas quantidades e valores, elementos fundamentais para as análises energéticas e econômicas dos respectivos sistemas.

Como forma de contribuir para a análise permitindo, quando necessárias comparações, os dados de produção dos assentados foram confrontados com os coeficientes técnicos de produção de milho de verão, plantio convencional, 1 ha com produtividade de 5.400 kg x ha⁻¹ do Instituto de Economia Agrícola, referentes aos municípios do Escritório de Desenvolvimento Rural (EDR) de Itapetininga, da qual o município de Iperó faz parte (MELLO, 2000), e a estimativa de custo de produção e exigências física de fatores, culturas de sequeiro – milho, elaborada pelo ITESP especificamente para o Assentamento

Fazenda Ipanema² (Tabelas 1 e 2 dos anexos).

Cumpre destacar que, apesar das informações prestadas pelos assentados terem sido expressas em medidas não decimais tanto para áreas, informadas em alqueires (24.200 m²), quanto para a produção, todas elas foram convertidas para unidades decimais, quais sejam: hectare (ha), iguais a 10.000 m², para medidas de área e quilograma (kg) para medidas de massa.

5.3 Coeficientes energéticos

Após o levantamento de todas as operações, em seus diversos sistemas de cultivos, cada uma delas foi detalhada quanto às suas unidades energéticas, de acordo com os parâmetros elegidos por Bueno (2002), que em seu trabalho indicou as diretrizes quanto à escolha dos coeficientes técnicos para os seguintes elementos de cálculo da energia consumida: mão-de-obra; sementes; animais de trabalho; combustíveis e outros lubrificantes; máquinas e implementos; e corretivos de solos e fertilizantes químicos.

A adoção de parâmetros pré-definidos está em consonância com o proposto por Campos e Campos (2004), que em seu artigo concluíram pela não existência de uma metodologia padronizada para a realização de balanços energéticos, sugerindo a definição de um paradigma para isso, enfatizando inclusive pela subjetividade da escolha de classificações e métodos.

Como medida da unidade energética utilizou-se a do Sistema Internacional de Unidades, ou seja, Joule (J) e seus respectivos múltiplos. Para a conversão de Calorias (cal) em Joules considerou-se a caloria dita IT (*International table*), na qual uma Caloria é equivalente a 4,1868 J, conforme definido na 5ª Conferência Internacional sobre as Propriedades do Vapor (INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL, INMETRO, 2003).

Dessa forma, os coeficientes técnicos, para cada uma das atividades envolvidas, para a análise energética ficaram assim definidos.

² Planilha de orçamento para fins de obtenção de crédito rural junto a agente de crédito, obtido junto ao ITESP, Sorocaba, em agosto 2006.

5.3.1 Mão-de-obra

Para a determinação do dispêndio energético nas operações manuais realizadas, foi utilizado o modelo proposto por Carvalho et. al. (1974), que consideram em seus cálculos que o consumo energético está em função do metabolismo basal o qual leva em conta o peso, altura, o sexo e a idade dos indivíduos, acrescidos de 8% para o trabalho da digestão e para a atividade física, ainda que mínima.

Em sua metodologia esses autores propõem que o dia seja dividido em 3 períodos de 8 horas (sono, ocupações não profissionais e trabalho) e que os dispêndios energéticos de cada atividade ou operação correspondem a frações do metabolismo basal, corrigidas em 8%, referente a um período de 24 horas.

Para o cálculo da energia gasta, Johnson (1998) propõe o uso do GER (gasto energético em repouso) que representa a energia gasta em condições similares ao gasto energético basal (GEB) ou taxa metabólica basal. Ainda segundo Johnson (1998), o GER é 10% superior ao GEB, uma vez que este leva em conta as mesmas condições apontadas por Carvalho et al. (1974), ou seja, o efeito térmico do alimento (energia gasta para digestão) e a influência da atividade física por mínima que seja.

Assim, para o cálculo do GER, que serviu de base para a apuração dos dispêndios energéticos foram utilizadas as expressões (equações 8 e 9) propostas por Harris e Benedict apud Mahan et al. (1998):

$$GER = 278,42 + 57,57P + 20,93A - 28,39I, \text{ para o gênero masculino} \quad \text{Eq. 8}$$

$$GER = 2.742,35 + 40,03P + 7,75A - 19,59I, \text{ para o gênero feminino} \quad \text{Eq. 9}$$

Sendo:

$$GER = \text{kJ}$$

P = massa, em kg;

A = altura, em cm;

I = idade, em anos completos.

Dessa maneira, conjugando o proposto por Carvalho et al. (1974), adaptado por Bueno (2002), tendo como parâmetro a parcela do GER, os dispêndios de energia, por atividade manual, se encontram na Figura 2 a seguir:

Tipo de Trabalho		Parcela correspondente do GER de 24 h
Carvalho et al. (1974)	Comparativo dos agricultores (BUENO, 2002)	
a) Conduzir trator	Condução de trator, colhedora e caminhão.	3/6
b) Atomizador (com canhão)	Plantio e adubação	5/6
c) Empa	Adubação de cobertura	6/6
d) Atomizador (com atomizador dorsal), poda, poda (talha), vindima	Transporte de sementes e adubos	7/6
e) Colocar tutores e empar; aplicação de herbicida (pulverizador de dorso), fornecer calda, plantar batatas ao rego.	Aplicação de calcário	8/6
f) Raspa; sachar batatas; tapar enxertia, espetar paus.	Capina Manual	9/6
g) Abrir covas para fixação de esteios	Capina com tração animal	14/6

Fonte: Carvalho (1974) adaptado por Bueno (2002)

As frações correspondentes ao tempo de sono de 8 horas, correspondente a 2/6 do GER de 24 horas e as ocupações não profissionais, 3/6 do GER de 24 horas, permanecem inalteradas,

Figura 2. Comparativo de dispêndio de energia de agricultores, por tipo de trabalho agrícola, em fração correspondente de GER.

5.3.2 Produção

Para o cálculo do valor energético das sementes utilizadas para plantio, os valores são os correspondentes a $7.936,64 \text{ kcal} \times \text{kg}^{-1}$, ou $33.229,12 \text{ kJ} \times \text{kg}^{-1}$, para o milho híbrido, por sua vez, para a produção o coeficiente energético utilizado foi de $3.968,32 \text{ kcal} \times \text{kg}^{-1}$ ou $16.614,56 \text{ kJ} \times \text{kg}^{-1}$ de grão de milho colhido, valores esses estimados por Pimentel et al. (1973).

No entanto, é necessário considerar que uma prática comum nessa área é a comercialização do milho para destino de MDPS (milho desintegrado com palha e sabugo), produto obtido pela moagem das espigas inteiras, sendo fonte energética na dieta de ruminantes, apresentando menor valor nutritivo do que o milho grão sendo, no entanto, rico em fibras (TEIXEIRA, 1998).

Segundo Perali et al. (2003) o MDPS possui valor energético de $13.590,35 \text{ kJ} \times \text{kg}^{-1}$.

5.3.3 Máquinas e implementos

Para a determinação dos coeficientes caloríficos das máquinas e implementos fez-se uso da metodologia proposta por Döering et al. apud Comitre (1993) e Bueno (2002) denominada Depreciação Energética que, à semelhança da depreciação econômica, e tendo como parâmetros o peso das máquinas e dos pneus, consiste em depreciá-los durante sua vida útil, restando ao final somente a energia embutida na matéria prima de seu processo de fabricação, motivo pelo qual a energia contida na matéria prima não é considerada no cálculo da energia direta e sim, apenas àquela relativa ao valor adicionado na sua fabricação e as correspondentes ao seu reparo e manutenção que, segundo Comitre (1993), são estimados em 5% e 12% respectivamente sobre o valor energético.

A expressão que determina a depreciação energética (DE) é dada por:

$$DE = (a + b + c + d) \times \text{Vida útil}^{-1} \quad \text{Eq. 10}$$

onde:

a = peso da máquina sem pneus x coeficiente energético

b = 5% do valor de a

c = número de pneus x peso x coeficiente energético

d = (a + b + c) x 12%

Vida útil = horas

Simplificando a expressão temos que a depreciação energética pode ser dada pela equação 11, a seguir:

$$DE = [(1,176 \times a) + (1,12 \times c)] \times \text{Vida útil}^{-1} \quad \text{Eq. 11}$$

Os coeficientes energéticos a serem utilizados para trator e colhedora são os definidos por Döering III apud Comitre (1993) de $3.494 \text{ MCal} \times \text{t}^{-1}$ e $3.108 \text{ MCal} \times \text{t}^{-1}$,

respectivamente, que também determinou os coeficientes energéticos para implementos e outros equipamentos, correspondendo a $2.061 \text{ MCal} \times \text{t}^{-1}$, para aqueles utilizados até a fase de plantio e de $1.995 \text{ MCal} \times \text{t}^{-1}$ para os utilizados após essa fase. Para pneus o coeficiente energético utilizado foi de $20.500 \text{ MCal} \times \text{t}^{-1}$, valor esse proposto por Döering e Peart apud Comitre (1993) que, convertidos para MJ assumem, respectivamente, os seguintes valores: $14.628,6792 \text{ MJ} \times \text{t}^{-1}$; $13.012,5744 \text{ MJ} \times \text{t}^{-1}$; $8.628,9948 \text{ MJ} \times \text{t}^{-1}$; $8.352,6660 \text{ MJ} \times \text{t}^{-1}$; e $85.829,4 \text{ MJ} \times \text{t}^{-1}$.

Para o cômputo do peso da máquina sem pneus, foi considerado o peso de embarque da respectiva máquina ao qual, segundo Bueno (2002), deve ser subtraído da massa dos respectivos pneus e da quantidade de 20 litros de óleo diesel, que segundo o Balanço Energético Nacional – BEN (BRASIL, 2005) possui uma densidade específica de $0,840 \text{ kg} \times \text{l}^{-1}$, acrescidos dos respectivos contrapesos em sua versão básica.

Ainda que Mello (1986) considere que no item referente à manutenção de máquinas e implementos está incluído o consumo de óleos lubrificantes e graxa, o mesmo não será computado de forma separada, quando a informação não puder ser obtida diretamente, uma vez já estarem incluídos na própria equação de Depreciação Energética (Eq. 11)

Alternativamente, quando a informação estava disponível, a depreciação energética foi calculada de acordo com a equação 12 a seguir:

$$DE = [(1,05 \times a) + c] \times \text{Vida útil}^{-1} \quad \text{Eq. 12}$$

As informações referentes à vida útil das máquinas e implementos agrícolas foram determinados de acordo com informações em ASAE, apud Leonardo Júnior (2000) e Instituto de Economia Agrícola – IEA (2006).

5.3.4 Combustíveis, óleos e lubrificantes

O consumo de óleo Diesel, bem como de óleos lubrificantes, quando disponível, foi determinado nos levantamentos de campo.

Para o óleo Diesel, o BEN (BRASIL, 2005) estima que seu poder

calorífico é de $10.100 \text{ kcal} \times \text{kg}^{-1}$, uma vez que sua densidade específica é de $0,84 \text{ kg} \times \text{l}^{-1}$, tem-se então $8.484 \text{ kcal} \times \text{l}^{-1}$.

Considerando um acréscimo de 14% como fator de insumo produção, conforme recomendado por Serra et al. (1979) e Cervinka (1980), tem-se que o poder calorífico a ser utilizado para o óleo Diesel é de $9.671,76 \text{ kcal} \times \text{l}^{-1}$, ou $40.493,72 \text{ kJ} \times \text{l}^{-1}$

Para os óleos lubrificantes que possuem o poder calorífico de $10.120 \text{ kcal} \times \text{kg}^{-1}$ com densidade específica de $0,88 \text{ kg} \times \text{l}^{-1}$ (BRASIL, 2005), tem-se $8.905,60 \text{ kcal} \times \text{l}^{-1}$. Finalmente para a graxa, classificada no BEN em outras fontes não-energéticas de petróleo, foi utilizado o poder calorífico de $10200 \text{ kcal} \times \text{kg}^{-1}$, ou $42.705,36 \text{ kJ} \times \text{kg}^{-1}$.

5.3.5 Fertilizantes químicos

De acordo com os dados de campo, a utilização de fertilizantes de plantio dá-se na formulação 4-14-8 que, de acordo com a COOPERATIVA AGRÍCOLA DE COTIA – CAC (1991) apresenta em sua mistura 4% de N; 14% de P_2O_5 e 8 % de K_2O . Para a adubação de cobertura, utilizou-se o Sulfato de Amônia com 20% de N total disponível na sua forma amoniacal.

Os coeficientes calóricos para os fertilizantes utilizados na cultura do milho são para N, segundo Felipe Jr. (1984), de $62,49 \text{ MJ} \times \text{kg}^{-1}$; para P_2O_5 os valores estimados por Lockeretz (1980) são $9,63 \text{ MJ} \times \text{kg}^{-1}$ e finalmente para K_2O , segundo Pellizzi (1992) foi estimado em $9,17 \text{ MJ} \times \text{kg}^{-1}$.

No entanto, porcentagem considerável dos fertilizantes utilizados, na formulação são importados. Nesse caso, Leach (1976) propôs adicionar aos seus equivalentes energéticos $0,50 \text{ MJ} \times \text{kg}^{-1}$, correspondente ao transporte marítimo. Uma vez ser impossível detalhar com precisão qual parcela dos fertilizantes utilizados é proveniente de importação e quais são produzidos internamente, essa foi estimado a partir dos quadros de importação e produção de matérias-primas e produtos intermediários para fertilizantes, de acordo com valores fornecidos pela Associação Nacional para Difusão de Adubos para os anos de 2003. Na Tabela 1 tem-se o volume total importado e sua composição na mistura final.

Tabela 1. Porcentagem média de importação de fertilizantes no Brasil (2003)

Fertilizantes	Porcentual médio da quantidade de importação
Mistura	
N	70,36
K ₂ O	51,56
P ₂ O ₅	90,70
Sulfato de Amônia	
N	87,80

Fonte: Anuário estatístico do setor de fertilizantes (2004).

Combinando-se, dessa maneira, os dados da porcentagem média de importação (ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO SETOR DE FERTILIZANTES, 2004), com os coeficientes energéticos dos elementos da mistura, conforme estimados por Felipe Jr. (1984), Lockeretz (1980) e Pellizzi (1992) e os gastos energéticos devido ao transporte (LEACH, 1976) é possível determinar o coeficiente energético dos fertilizantes, considerando-se agora o equivalente energético referente ao transporte marítimo, cujos valores recalculados podem ser visualizados na Tabela 2:

Tabela 2. Valor calórico dos fertilizantes utilizados na cultura do milho, Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006.

Insumos	(a) MJ x kg ⁻¹	(b)	(c) MJ x kg ⁻¹	(d) MJ x kg ⁻¹
Fertilizante				
N	62,49	0,7036	0,35	62,84
P ₂ O ₅	9,63	0,5156	0,26	9,89
K ₂ O	9,17	0,9070	0,45	9,62
Sulfato de Amônia				
N	62,49	0,8780	0,44	62,93

(a) valor calórico do insumo

(b) taxa média da quantidade do insumo importado

(c) valor calórico referente ao transporte [c = b x 0,50 MJ x kg⁻¹]

(d) valor calórico do insumo incluindo transporte marítimo [d = a + c]

Fonte: Dados da pesquisa.

5.3.6 Animais de Tração

Para o uso de animais de tração, o valor considerado é de 2.400 kcal x

h^{-1} , conforme valores estimados por Odum e Heichel apud Bueno (2002), equivalentes a $10.048,32 \text{ kJ} \times h^{-1}$.

5.4 Coeficientes econômicos

Para o estudo econômico, as despesas diretas foram levantadas junto aos assentados e, quando foi o caso, junto aos próprios prestadores de serviços e insumos, pois esses representam efetivamente o valor executado para a implantação da cultura para a safra 2005/2006.

Para o cálculo das despesas indiretas e seus respectivos coeficientes técnicos econômicos como depreciação, encargos, custo de oportunidade, etc. os parâmetros foram obtidos junto ao Instituto de Economia Agrícola (IEA), considerando para tanto os preços correntes para o período de análise que corresponderam aos meses de dezembro de 2005 a fevereiro de 2006, período da implantação da cultura, tendo como base para os preços, tanto pagos quanto recebidos o mês de fevereiro de 2006.

Diferentemente do que ocorreu quando do levantamento das informações dos coeficientes técnicos (que em alguns casos apresentaram variações significativas), no caso dos valores despendidos essas informações apresentam pouca variação de preços. Isso se explica pelo motivo que a aquisição dos insumos se dá no mercado local onde o número de fornecedores é reduzido, o mesmo ocorrendo com o preço de aluguel de máquinas que também tem um reduzido número de prestadores de serviços.

5.5 Análise das eficiências

A análise das eficiências, para cada um dos sistemas de cultivo, para o período de tempo correspondente, é realizada através da leitura dos índices de eficiências que foram construídos para a análise econômica, energética e energética econômica.

Para a análise econômica, foi construído o Índice de Eficiência Econômica (I_{EE}), que relaciona as saídas econômicas com as entradas econômicas do empreendimento, permitindo avaliar a viabilidade econômica desse.

Por sua vez, para a análise energética foram utilizados os Índices de

Eficiência Cultural (I_{EC}) e o de Eficiência Energética (I_{EEEn}), conforme definidos respectivamente pelas equações 1 e 6 (páginas 16 e 17 da Revisão de Literatura), sendo que os mesmos foram relacionados com o Índice de Eficiência Econômica, o que permite visualizar as eficiências Cultural/Econômica e Energética/Econômica dos sistemas em estudo.

5.5.1 Econômica

A análise econômica do empreendimento realizada por meio do Índice de Eficiência Econômica (expresso na equação 13, como se segue:

$$I_{EE} = \frac{R_M}{CE} = \frac{(P_M * Q_M)}{CE}, \quad \text{eq. 13}$$

onde,

R_M = receita total do milho em R\$ x ha⁻¹;

CE = custo total do empreendimento R\$ x ha⁻¹;

P_M = preço do milho R\$ x kg⁻¹;

Q_M = Quantidade de milho, em quilos x ha⁻¹;

Para I_{EE} valores superiores à unidade indicam que a Receita do empreendimento é superior aos seus custos sendo o mesmo, no caso, lucrativo. Entretanto, se o resultado for inferior à unidade, temos uma indicação clara que o empreendimento não é lucrativo, com seus rendimentos não cobrindo sequer os custos de produção. Para I_{EE} igual à unidade mostram que as receitas obtidas cobrem apenas os custos de produção não gerando, dessa forma, excedentes econômicos.

É necessário observar que as variáveis consideradas não são fixas ao longo do tempo e isto, sem dúvida, afeta o I_{EE} . Na forma em que está sendo calculado seria válido apenas para o ano em estudo o que representa, no caso, uma situação particular, sendo interessante obter-se uma série na qual se possa visualizar de que maneira se dá essa eficiência ao longo de vários anos, que pode ser obtida mediante o uso de técnicas de previsão.

Para tanto, será utilizada as técnicas de Simulação de Monte Carlo, conforme descrita na revisão, que permite construir, a partir do conhecimento prévio das

distribuições de probabilidade das variáveis envolvidas, uma nova distribuição de probabilidade, dessa maneira o I_{EE} passa a não ser representado como um único valor, e sim, em termos da probabilidade da ocorrência de determinado I_{EE} .

Para a realização desse processo, uma etapa importante a ser considerada é a determinação das distribuições de probabilidade das variáveis envolvidas no processo e seus respectivos parâmetros, quais sejam: R_M (receita total) CE (custo total do empreendimento), (P_M) preço do milho e (Q_M) quantidade produzida.

Considerando que o custo total do empreendimento define a matriz tecnológica que está sob análise, a distribuição de probabilidade dessa variável que melhor se ajusta é a distribuição uniforme, definida como aquela em que todos os valores da variável aleatória são igualmente prováveis (TRIOLA, 1999), tendo como valores máximos e mínimos uma variação de 5% sobre o valor esperado dessa distribuição, o que garante um coeficiente de variação de no máximo 2,89%.

Para a variável P_M (preço do milho), é necessário considerar que, segundo Hoffman (1980), as variações nos preços dos produtos agrícolas são determinadas por várias causas, podendo ser afetado, num período de curto prazo, pela estacionalidade da produção o que implica existir uma variação cíclica no decorrer do ano, isto é, no período de safra o preço tende ser relativamente baixo, alcançando normalmente o maior preço, em média, no período de entressafra.

Dessa forma, a obtenção dos fatores sazonais mensais foi realizada conforme descritos por Hoffman (1980) e Moretin e Tolo (2004), mediante o uso dos *softwares* SSPS[®] (*Statistical Package for the Social Sciences*) e NCSS[®] 2000.

Aceita a hipótese da existência de padrão sazonal, haverá, portanto, a necessidade de considerar a série de preços de milho corrigidos pelo fator sazonal correspondente aos meses sob análise.

Assim, livre dos fatores sazonais, essa nova série de preços obtida, possuindo média e desvio padrão, poderá ser testada através da estatística de Kolmogorov-Smirnov, conforme descrito por Costa Neto (1977) e Siegel e Castellan (2006) quanto à sua normalidade, aceita a hipótese de normalidade essa variável poderá ser considerada como normalmente distribuída.

Para a variável quantidade produzida, a distribuição de probabilidade

mais adequada, dada a insuficiência de uma série histórica de dados, é a distribuição triangular. Essa, segundo Santos e Campos (2000) e Assis (2004), é utilizada quando é possível se determinar o valor mais provável da variável aleatória em estudo (ou moda), além de seu valor máximo e mínimo, sendo útil também quando o objetivo é obter uma aproximação na ausência de dados, sem que seja possível conhecer de forma clara a distribuição empírica dos dados.

Uma vez definidas as distribuições de todas variáveis envolvidas na análise econômica, a simulação de Monte Carlo será realizada conforme proposto por Borges (2003), utilizando-se para tanto o programa de simulação *Crystal Ball*[®].

5.5.2. Energética

5.5.2.1 Índice de eficiência cultural (I_{EC})

A obtenção do Índice de eficiência cultural foi realizada mediante a equação 14, a seguir:

$$I_{EC} = \frac{\text{"saídas úteis" (J)}}{\text{"entradas" culturais (J)}} \quad \text{Eq. 14}$$

A formulação desse índice, ao exemplo do I_{EE} , também foi calculado na forma de uma distribuição de probabilidade de seus resultados mais prováveis.

Para as “saídas úteis” foi utilizada uma distribuição triangular, uma vez que estas estão diretamente relacionadas à quantidade de milho produzida (Q_M) e por sua vez, para as “entradas culturais” foi utilizada uma distribuição uniforme, cujos valores extremos, à exemplo do procedimento adotado para o custo do empreendimento, foi de no máximo 5% de seu valor esperado.

O uso de intervalos, tanto para o custo do empreendimento quanto para as entradas culturais, justificam-se como uma forma de captar as variações existentes dentro de um mesmo sistema de produção. Esse procedimento foi utilizado por Bentsen et al. (2005)

que, ao estimarem o consumo de energia para a produção de etanol a partir do milho, ainda que considerassem um grau de tecnologia média com práticas convencionais de cultivo, estimaram os principais parâmetros de produção na forma de intervalo.

I_{EC} superiores à unidade indicam que existe eficiência cultural, uma vez que as saídas culturais são maiores que as entradas culturais; no caso desse valor ser inferior à unidade pode-se afirmar que há ineficiência cultural, já que as saídas úteis são inferiores às entradas. O empreendimento estaria em equilíbrio na situação de I_{EC} igual à unidade, indicando que as saídas úteis se equivaleriam às entradas culturais.

5.5.2.2 Índice de eficiência energética (I_{EE_n})

O Índice de Eficiência Energética foi estimado mediante a equação 15, assim definida por Risoud (2000), a seguir:

$$I_{EE_n} = \frac{\text{Total energético dos produtos úteis (J)}}{\text{Total das energias não-renováveis na produção (J)}} \quad \text{Eq. 15}$$

A justificativa da utilização desse índice se prende ao fato da necessidade de aprofundar a análise das energias utilizadas nos diversos sistemas de produção, não só em verificar a existência ou não de eficiência cultural, mas também em qualificar o quanto esses sistemas são dependentes da energia proveniente de fontes não-renováveis.

Da mesma forma que na Eficiência Cultural, esse índice também está diretamente relacionado à quantidade de milho produzida, razão pela qual esse índice também foi obtido na forma de uma distribuição de probabilidade de seus resultados mais prováveis. Para tanto, a exemplo do já citado anteriormente, para o total energético dos produtos úteis (produção de milho) assumindo-se possuir uma distribuição triangular e para o total das energias não-renováveis (entradas) foi representada por valores de uma distribuição uniforme com variação máxima de 5% sobre o valor esperado dessa distribuição.

A leitura desse índice far-se-á de forma análoga ao descrito para o Índice de Eficiência Cultural.

5.5.3 Energética econômica

As relações energéticas econômicas foram avaliadas mediante a análise de dois índices distintos. O primeiro relacionará o Índice de Eficiência Cultural com o Índice de Eficiência Econômica ($I_{EE/EC}$), conforme equação 16:

$$I_{EC/EE} = \frac{I_{EC}}{I_{EE}} \quad \text{Eq. 16}$$

Por sua vez, o segundo foi construído da relação entre os Índices de Eficiência Energética e o Índice de Eficiência Econômica, conforme pode ser visualizado na equação 17:

$$I_{EE_n/EE} = \frac{I_{EE_n}}{I_{EE}} \quad \text{Eq. 17}$$

Para a construção desses dois índices, foram utilizados os valores médios (esperança) dos índices de Eficiência Econômica, Cultural e Energética estimados a partir das suas distribuições de probabilidades.

Uma vez que essas análises buscam qualificar as relações energéticas econômicas dos sistemas de produção, a aplicação direta dos índices de $I_{EC/IEE}$ e $I_{EE_n/IEE}$, em determinadas situações energéticas econômicas diferenciadas podem levar a conclusões equivocadas, principalmente quanto aos índices energéticos dos empreendimentos. Por exemplo, se existir uma situação A, no qual o I_{EE} e I_{EC} sejam iguais, mas, no entanto, menores que a unidade, pode resultar num mesmo índice de uma circunstância B, na qual tanto I_{EE} e I_{EC} sejam maiores que a unidade.

Dessa forma, será utilizado um identificador – símbolo de (*) – nas circunstâncias dos cálculos de $I_{EC/IEE}$ e $I_{EE_n/IEE}$, que permita concluir não só quanto às eficiências energéticas e econômicas, mas também se o sistema em si é eficiente do ponto de vista cultural e energético, ou ambos, sendo a identificação realizada na forma como se observa na Figura 3, a seguir.

Índice	Valores		Resultado	Interpretação
$I_{EC/EE}$	$I_{EC} \geq I_{EE}$	$I_{EC} \geq 1$	$I_{EC/EE} \geq 1$	Eficiência cultural / econômica, com Eficiência cultural
	$I_{EC} > I_{EE}$	$I_{EC} < 1$	$I_{EC/EE} > 1(*)$	Eficiência cultural / econômica com Ineficiência cultural
	$I_{EC} < I_{EE}$	$I_{EC} \geq 1$	$I_{EC/EE} < 1$	Ineficiência cultural/econômica com Eficiência cultural
	$I_{EC} < I_{EE}$	$I_{EC} < 1$	$I_{EC/EE} < 1(*)$	Ineficiência cultural/econômica com Ineficiência cultural
$I_{EE_n/EE}$	$I_{EE_n} \geq I_{EE}$	$I_{EE_n} \geq 1$	$I_{EE_n/EE} \geq 1$	Eficiência energética / econômica, com Eficiência energética
	$I_{EE_n} > I_{EE}$	$I_{EE_n} < 1$	$I_{EE_n/EE} > 1(*)$	Eficiência energética / econômica com Ineficiência energética
	$I_{EE_n} < I_{EE}$	$I_{EE_n} \geq 1$	$I_{EE_n/EE} < 1$	Ineficiência energética / econômica com Eficiência energética
	$I_{EE_n} < I_{EE}$	$I_{EE_n} < 1$	$I_{EE_n/EE} < 1(*)$	Ineficiência energética/econômica com Ineficiência energética

Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 3. Interpretação dos valores dos índices de $I_{EC/EE}$ e $I_{EE_n/EE}$.

Isso posto, da leitura do índice, com seu identificador, pode-se inferir não somente quanto às eficiências cultural/econômica e energética/econômica, mas também, de forma mais específica, se os sistemas possuem eficiência cultural e/ou energética.

6 RESULTADOS

Como forma de atingir os objetivos do trabalho de maneira que possa permitir uma melhor compreensão dos dados, os resultados foram expressos de forma a apresentar e tipificar os sistemas de cultivo observados e as respectivas matrizes dos coeficientes técnicos e econômicos da produção que compõe os respectivos sistemas de produção.

A partir da matriz dos coeficientes técnicos foi possível construir a estrutura dos dispêndios energéticos para cada uma das operações que compõem os sistemas de produção

6.1 Tipificação dos sistemas de cultivo

Após a coleta dos dados, que tratou exclusivamente de como a cultura do milho é conduzida, esses registros foram organizados de maneira que, ao final, os diversos sistemas de cultivos foram agrupados em seus respectivos itinerários técnicos o que permitiu detalhar o conjunto de operações que as compõem.

Notadamente se percebe que as operações de preparo de solo, invariavelmente, se processam de forma convencional, com a utilização de tratores, incluindo aração e duas gradagens convencionais.

Por sua vez, o plantio pode ser realizado de duas formas. A primeira, mecânica, com a utilização de conjunto de trator e semeadora adubadora; já a segunda forma se processa com a utilização de mão-de-obra comum e tração animal.

As operações de cultivo, também são realizadas ou de forma mecânica ou com uso de tração animal. No caso do cultivo mecânico e, em alguns casos, a adubação de cobertura se processa conjuntamente podendo também ser realizada de forma manual, situação essa em que o procedimento de cobertura é realizado sempre manualmente. A colheita (“quebra do milho”) é realizada de forma exclusivamente manual não havendo, em campo, qualquer operação de debulha.

Quanto ao uso de insumos, todos afirmaram utilizarem sementes híbridas, adubação de plantio e uso de cobertura, sendo descartado qualquer tipo de defensivo agrícola para essa cultura.

Assim, foi possível identificar quatro formas diferentes de como o milho pode ser cultivado no Projeto de Assentamento Fazenda Ipanema - Área I, os quais são descritos na forma que segue:

Sistema “A” – Preparo de solo mecanizado, plantio mecanizado, operações de cultivo e adubação de cobertura mecanizadas e colheita manual;

Sistema “B” – Preparo de solo mecanizado, plantio mecanizado, com as operações de cultivo e adubação de coberturas realizadas manualmente, capina e colheita manuais;

Sistema “C” – Preparo de solo mecanizado, plantio manual e operações de cultivo e adubação de cobertura mecanizada e colheita manual;

Sistema “D” – Preparo de solo mecanizado, com as demais operações, plantio, cultivo, adubação de cobertura, capina e colheita realizadas manualmente.

A Figura 4, a seguir, sintetiza a seqüência dessas operações para cada um dos sistemas descritos acima:

Sistemas	Operações				
	Preparo de solo	Plantio e adubação	Cultivo e adubação de cobertura	Capina	Colheita
“A”	Mecanizado	Mecanizado	Mecanizado	-	Manual
“B”			Manual e tração animal	Manual	
“C”		Manual e tração animal	Mecanizado	-	
“D”			Manual e tração animal	Manual	

Fonte: dados da pesquisa

Figura 4. Síntese das operações realizadas na cultura do milho, Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006.

É importante destacar que a pesquisa não buscou analisar especificamente cada produtor em si, mas sim de quantas maneiras o milho é cultivado no Projeto de Assentamento e, para cada forma, analisar seus fluxos energéticos e econômicos.

6.2 Matriz dos coeficientes técnicos de produção

O detalhamento de quantas e pelas quais formas o milho foi cultivado envolveu, como citado já anteriormente, uma pesquisa direcionada tendo como base informações obtidas diretamente junto aos produtores tradicionais da cultura do milho, o que possibilitou construir a matriz dos coeficientes técnicos dessas operações, as quais são detalhadas a seguir.

6.2.1 Preparo de solo

O preparo de solo, para todos os agricultores pesquisados, se dá de forma convencional, envolvendo aração e duas gradagens.

A Tabela 1A do apêndice resume as operações referentes à aração realizada através de tração mecânica compreendendo uma aração convencional com arado de 3 discos, na qual se destaca uma grande variabilidade de rendimento com valores entre de 1,65 h x ha⁻¹ a 3,31 h x ha⁻¹.

De forma menos acentuada relativamente àquela observada nas operações de aração, a quantidade de horas-máquina para as operações de gradagem também é

diversificada, não somente quanto ao tipo de trator, mas também quanto ao número de discos do implemento utilizado e ao rendimento desses.

Conforme Tabela 2A (apêndice), pode-se observar que, na maioria dos casos, essa operação foi realizada em duas etapas, uma primeira operação com grade aradora seguida do uso de grade niveladora, com rendimento variando entre 1,03 h x ha⁻¹ e 4,13 h x ha⁻¹.

As informações referentes ao preparo de solo são as que apresentaram a maior variabilidade de rendimento. Assim, como forma de manter uma uniformidade no que diz respeito a essas operações, nas quais não cabe uma caracterização dos rendimentos médios, mas sim, a indicação de qual o procedimento é o mais freqüente, o conjunto trator/implementos e seus respectivos rendimentos foi uniformizado para todos os sistemas, sem o que comparações não seriam possíveis.

Nesse sentido, segundo informações obtidas pela Assistência Técnica, a maioria das operações mecanizadas de preparo de solo é realizada mediante aluguel de máquinas, sendo informado pelos assentados que o principal conjunto em uso envolve um trator Valmet 980 turbo 4x4 com os seguintes implementos: Grade Aradora Super Tatu entre 12 e 18 discos de 26 polegadas, Arado de 3 discos de 26 polegadas da marca Jumil³ e Grade Niveladora Super Tatu entre 24 e 44 discos de 20 polegadas.

Com base nessas informações, os coeficientes técnicos para as operações de preparo de solo foram construídos estando seus rendimentos sintetizados na Tabela 3, a seguir:

Tabela 3. Rendimento para operações de aração e gradagem

Equipamento		h x ha ⁻¹	Operação
Trator	Implemento		
Valmet 980	Grade aradora Super Tatu 16 discos 26"	1,24	1 ^a Gradagem
Valmet 980	Grade niveladora Super Tatu 32 discos 20"	0,83	2 ^a Gradagem
Valmet 980	Arado fixo Marchesan 3 discos 26"	1,65	Aração

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

³ Uma vez que o arado Jumil se encontra fora de linha substituiu-se o mesmo por um implemento similar, Arado Fixo Marchesan com 3 discos de 26 polegadas.

6.2.2 Plantio

Para as operações de plantio foi possível apurar que estas são realizadas de duas formas: mecanizada ou manual.

A primeira, convencional, com trator e semeadora adubadora de 3 linhas, como pode ser visualizado pela Tabela 3A do apêndice, independente do equipamento utilizado, apresenta uniformidade quanto ao rendimento variando entre $0,62 \text{ h x ha}^{-1}$ a $0,83 \text{ h x ha}^{-1}$.

Assumindo o mesmo procedimento adotado para as operações de preparo de solo, buscou-se identificar qual o equipamento de uso mais recorrente no assentamento e suas especificações técnicas, sendo identificado o Trator MF 275, que utiliza como implemento uma semeadora adubadora com 3 linhas de plantio, adotando-se como rendimento o valor de $0,83 \text{ h x ha}^{-1}$ para essa atividade.

Por sua vez, o plantio manual, diferentemente das operações mecanizadas – onde cada ação é acompanhada apenas da mão-de-obra do próprio tratorista – esta envolve além do próprio animal de tração e um operador, mais dois trabalhadores, totalizando três pessoas, cada uma realizando uma operação distinta. Um deles “risca” o solo em conjunto com o animal, o seguinte executa a operação de plantio com uma semeadora manual tipo “matraca” e o último procede a adubação.

Com base nos dados constantes da Tabela 4A do apêndice, que sintetiza a necessidade de fatores para as operações de plantio, nas quais se pôde observar a uniformidade das informações prestadas, que indicavam a necessidade de 2 dias para o plantio de 2,42 ha, com o uso de 3 trabalhadores, um animal de tração, utilizando-se como implementos um riscador e semeadora manual (matraca). Com base nesses dados, estima-se que são necessárias $19,83 \text{ h x ha}^{-1}$ de mão-de-obra e $6,61 \text{ h x ha}^{-1}$ de tração animal para o plantio de 1 ha de milho.

6.2.3 Sementes

Para as informações referentes às necessidades de sementes para plantio, a indicação majoritária é pelo uso de sementes híbridas, sendo a mais comum a

AG1051, produzida pela Agroceres. Como pode ser visualizado na Tabela 5A, ainda que a quantidade recomendada pela Assistência Técnica seja de pelo menos 20 kg x ha⁻¹, o normalmente utilizado situa-se entre 12,40 kg x ha⁻¹ e 16,53 kg x ha⁻¹, não sendo uma prática, segundo informações da Assistência Técnica, plantios com valores superiores a essas quantidades.

Assim, será considerado como quantidade básica de plantio o valor de 16,53 kg x ha⁻¹ quantidade essa, informada por lideranças do assentamento como a mais comum, sendo também a utilizada no Assentamento Pirituba II (Bueno, 2002).

6.2.4 Adubação de plantio

Os dados da Tabela 6A indicam não haver variação quanto à formulação do adubo utilizada para o plantio, pois, em todos os casos, foi utilizado a composição 4-14-8 que contém, segundo a CAC (1991) para 100 kg de formulação, 4 partes de N, 14 partes de P₂O₅ e 8 partes de K₂O.

A quantidade utilizada variou de um mínimo de 123,93 kg x ha⁻¹ até um máximo de 247,93 kg x ha⁻¹. Consultada a Assistência Técnica do ITESP, quanto à adubação de plantio de uso mais freqüente, esta informou, com base nos dados da Caderneta de Campo, ser de 165,29 kg x ha⁻¹, valor esse bem inferior ao recomendado pela própria Assistência Técnica que é de 250,00 kg x ha⁻¹.

6.2.5 Cultivo

As operações de cultivo podem ser realizadas de forma mecanizada ou manual. Para a forma mecanizada, como pode ser observado na Tabela 7A, não existe grandes variações quanto ao rendimento, nem quanto ao tipo de equipamento para essa operação. Para efeito desse trabalho, foi adotado o rendimento de 0,83 h x ha⁻¹, por este representar o valor máximo para esse tipo de atividade.

Os rendimentos por hectare das operações de cultivo de forma manual, (Tabela 8A), não variaram para nenhum dos informantes, com valores 3,31 h x ha⁻¹. A

diferenciação observada diz respeito ao número de vezes que essa operação é realizada variando entre 1 e 3 vezes, sendo mais comum esse tipo de operação ser realizada 2 vezes, na qual são despendidas $6,61 \text{ h x ha}^{-1}$ totais.

6.2.6 Adubação de cobertura

A adubação de cobertura é realizada conjuntamente com o cultivo, podendo ser realizada de forma mecânica ou manual. O formulado utilizado nessa operação foi o Sulfato de Amônia, em quantidades que variaram entre $123,97 \text{ kg x ha}^{-1}$ e $165,29 \text{ kg x ha}^{-1}$, sendo mais comum o uso de $123,97 \text{ kg x ha}^{-1}$ para as duas modalidades.

Para a operação de cobertura mecânica (Tabela 9A), ainda que essa se utilize de equipamentos mecânicos, estes não são considerados nesse cálculo, uma vez que, ao mesmo tempo em que a adubação está sendo realizada, os equipamentos mecânicos estão realizando as operações de cultivo.

Para a realização da adubação de cobertura de forma manual, conforme pode ser visualizado na Tabela 10A, são necessárias entre de $2,48 \text{ h x ha}^{-1}$ e $6,61 \text{ h x ha}^{-1}$. Conforme informações prestadas pela assistência técnica para essas operações o rendimento mais aceitável é de $3,31 \text{ h x ha}^{-1}$, valor esse que será aceito como o mais freqüente para esse tipo de operação.

Importante ressaltar que o procedimento de adubação de cobertura, quando executada de forma manual foi realizada conjuntamente com as operações de cultivo.

6.2.7 Capina

O rendimento para essa operação, como pode ser visualizada na Tabela 11A, varia entre um mínimo de $13,22 \text{ h x ha}^{-1}$ até $33,06 \text{ h x ha}^{-1}$. Considerando o valor mediano das informações, será adotado o rendimento de $16,53 \text{ h x ha}^{-1}$ para a capina de 1 ha de milho, valores esses que serão computados somente para os agricultores que informaram tê-la realizado de forma manual.

6.2.8 Colheita

As operações de colheita são realizadas de forma estritamente manual. Conforme Tabela 12A (em anexo), o número total de horas para essa atividade varia entre um mínimo de 26,45 h x ha⁻¹ a um máximo de 39,67 h x ha⁻¹, sendo considerado para efeito de cálculos nesse trabalho o total 26,44 h x ha⁻¹.

6.2.9 Produção

Todos os assentados pesquisados informaram que a produção se destina a elaboração de MDPS. Nesse caso, a unidade informada corresponde ao denominado de “Carro de Milho” que corresponde a 1.200 kg de milho com espiga, palha e sementes que, segundo informações dos produtores, uma vez beneficiado, pode render de 780 kg a 900 kg de milho em grão.

Resultados semelhantes foram encontrados por Beleze et al. (2003) que avaliaram cinco híbridos quanto à porcentagem médias de espiga, grão e sabugo em relação à produção de matéria seca da planta inteira que variaram entre 69,2% e 77,2% e por Mauro (2006) que encontrou quantidade de cerca de 200 a 250 sacos de milho, pesando, cada um, 60 kg, para colheita manual para o equivalente a quinze *carros* de milho, ou 66,7% e 83,3%, respectivamente.

Dessa forma, para este trabalho, foi utilizado como fator equivalente para a determinação da quantidade de milho existente em um “carro” de milho o valor de 70%.

De acordo com informações prestadas pelos produtores, as estimativas de produção, (Tabela 13A), variaram entre 3,33 *carros* x ha⁻¹ e 5,79 *carros* x ha⁻¹, correspondentes a uma produção entre 3.972,00 kg x ha⁻¹ e 6.948,00 kg x ha⁻¹ de milho para MDPS.

Considerando a inexistência de uma série histórica da produção de milho no assentamento para a estimação da quantidade produzida, adotou-se que esta variável tem distribuição triangular, assumindo-se para tanto uma produção mínima de 3.972,00 kg x ha⁻¹, modal de 4.956,00 kg x ha⁻¹ e máxima de 6.948,00 kg x ha⁻¹ de milho para MDPS, conforme recomendado por Santos e Campos (2000) e Assis (2004), como sendo a mais adequada para a análise.

6.2.10 Mão-de-obra

Para tornar comparáveis os diversos sistemas de produção da cultura do milho optou-se por considerar um único conjunto de valores necessários para o cálculo dos dispêndios energéticos da mão-de-obra.

Assim, cada unidade de mão-de-obra foi aquela correspondente a um homem adulto com massa de 66,00kg, altura de 169,00cm e 25 anos de idade, valores esses obtidos a partir dos valores medianos do conjunto de trabalhadores rurais estudados por Bueno (2002), Tabela 14A. O uso da mediana para a elaboração desses dados é justificável uma vez ser esta medida mais estável que a média, no caso de conjunto de dados que apresentam grande variabilidade.

6.3 Matriz dos coeficientes econômicos de produção

6.3.1 Mão-de-obra

Pode-se considerar que o tempo despendido para a execução das atividades agrícolas, executadas diretamente pelo assentado, é importante como componente do balanço energético. No entanto, para a construção dos índices econômicos uma questão extremamente relevante é como valorar a mão-de-obra familiar no custo de produção.

Sob os mais diversos pontos de vista, vários autores argumentam que o valor referente ao custo oportunidade da mão-de-obra familiar não deva ser remunerado (GARCIA FILHO, 1999; HURTIENNE, 2005; COSTA, 1994; COSTA NETO, 2006).

Em contraposição, Guanziroli e Cardim (2000) ao realizarem o diagnóstico da agricultura familiar no Brasil, consideraram a remuneração da mão-de-obra familiar como uma variável importante na construção de suas tipologias, optando-se por utilizar como dado básico a diária média estadual, com o objetivo de poder comparar a renda auferida pelo produtor nas atividades do estabelecimento com o custo de oportunidade da mão-de-obra familiar.

Para elaboração dos coeficientes econômicos referente ao uso da mão-de-obra no processo produtivo, optou-se por remunerar o custo de oportunidade da mão-de-

obra familiar, tendo como base o valor da diária do trabalhador rural no município, estimada em R\$20,00 x dia⁻¹, não havendo necessidade, portanto, de se destacar a mão-de-obra contratada da familiar no processo de produção.

6.3.2 Produção

Conforme definido na metodologia, considera-se como parâmetro básico o valor de 70% de milho em grão no MDPS, ou seja, que um carro de milho com 1200 kg possua 840 kg de milho em grão ou 14 sacas de 60 quilos.

Assim, a comercialização do milho no assentamento dá-se na forma de espigas, com palha, sabugo e sementes. Uma vez procedida a colheita, as espigas são empilhadas no campo e retiradas pelo comprador, não existindo, dessa forma, custos de transporte para os produtores.

Ao ser comercializado dessa forma, o comprador adquire não somente o milho, mas também elementos que irão compor o MDPS. Nesse caso, o preço do “carro de milho” incorpora o preço desses produtos, existindo, dessa maneira uma paridade entre o preço do milho em grão e o “carro de milho”.

Um “carro de milho” na safra 2005/2006 estava cotado em R\$16,00 a saca, isto é, caso somente o milho fosse comercializado, este renderia ao produtor o equivalente a R\$224,00. Uma vez que 1.200 kg de milho com palha e sabugo foram comercializados a R\$300,00 em fevereiro de 2006, há um sobre-preço de aproximadamente 34%. Para safra 2006/2007, segundo o mesmo raciocínio, o “carro de milho”, cotado em R\$360,00 e a saca de 60 kg a R\$20,00, indicam um sobre-preço da ordem de 29%.

Assim, na falta de uma série da composição do preço do “carro de milho” este terá como base o preço do seu equivalente em grãos de milho acrescidos de 30%.

6.3.3 Máquinas e implementos

6.3.3.1 Mecânicos

Conforme levantamento, as atividades mecanizadas são realizadas mediante locação desses equipamentos. O locatário, ao determinar o preço da hora máquina,

no qual se inclui o respectivo implemento, estão embutidos todos os custos e encargos derivados de seu uso, tais como, salários, consumo de óleo e lubrificantes, manutenção, depreciação, juros sobre o capital, lucro, etc.

Basicamente a variação do custo da hora máquina está relacionada com a potência do trator utilizado. Assim, para tratores com potência até 75cv, no qual se enquadra, por exemplo, o trator MF 275, o custo informado foi de R\$45,00 x h⁻¹, alternativamente, para tratores com potência superiores a 90 cv, como por exemplo, o Valmet 980 4x4 e o Valmet 118, com 95cv e 113cv, respectivamente, teve como custo relatado o valor de R\$60,00 x h⁻¹.

6.3.3.2 Manuais

Para as atividades que são realizadas de forma manual e/ou com uso de tração animal o cultivador é o implemento de maior custo de aquisição, cotado a R\$480,00 quando novo.⁴

Os demais instrumentos, tais como, enxadas, foices, semeadora manual (tipo matraca), etc. não terão seus custos computados, dado o baixo valor de aquisição.

6.3.4 Combustíveis, óleos e lubrificantes

Uma vez que o custo da hora-máquina utilizada nas operações mecanizadas incorpora os custos de combustíveis, óleos e lubrificantes estes não foram coletados separadamente para fins de composição do custo de produção.

No entanto, houve a necessidade de determinar a quantidade consumida desses insumos. Para tanto, os mesmos foram estimados de acordo com Feiden (2001), DNIT (2003) e Balastreire (2005).

⁴ Informação oral por representante da empresa J. Z. Implementos Ltda., março/2006.

6.3.5 Fertilizantes químicos

Para o plantio a formulação utilizada é a 4-14-8, ao custo de aquisição de R\$700,00 a tonelada. Para adubação de cobertura é utilizado o fertilizante Sulfato de Amônia ao valor de R\$800,00 a tonelada.

6.3.6 Sementes

Como já descrito anteriormente, a semente utilizada é o híbrido AG1051, adquirido no mercado local ao preço de R\$160,00 a saca de 20 kg.

6.4 Operações dos sistemas de produção

As análises a seguir detalham os dispêndios energéticos, inicialmente, por etapa do processo produtivo, quais sejam, desde o preparo de solo até as operações de colheita, em seus mais diversos aspectos, comparando como se dá cada uma delas em seus diversos sistemas de cultivo, cujo detalhamento dos cálculos, pode ser verificado nas Tabelas 15A a 23A do apêndice.

6.4.1 Preparo de solo

Para fins dos cálculos dos dispêndios energéticos, foram englobadas as operações de Aração e Gradagem (Tabelas 24A e 25A) em operação denominadas Preparo de Solo. Da análise da Tabela 4, que apresenta a estrutura dos dispêndios energéticos para essas operações (aração e gradagem) é possível observar que a grande participação da energia direta com 96,11% contrapõe a energia indireta que apresentou participação de apenas 3,89%.

Ressalta-se que, na Energia Direta, a maior participação é da energia fóssil com 99,89%, na qual o principal insumo é representado por derivados de petróleo.

Tabela 4. Entrada de energia, por tipo fonte, em MJ x ha⁻¹, forma e participações percentuais nas operações de preparo de solo.

TIPO , fonte e forma	Entradas Culturais	
	MJ	(%)
<u>ENERGIA DIRETA</u>	<u>1.335,23</u>	<u>96,11</u>
<u>Biológica</u>	<u>1,43</u>	<u>0,11</u>
Mão-de-obra	1,43	100,00
<u>Fóssil</u>	<u>1.333,81</u>	<u>99,89</u>
Diesel	1.308,07	98,07
Lubrificantes	13,03	0,98
Graxa	12,71	0,95
<u>ENERGIA INDIRETA</u>	<u>54,01</u>	<u>3,89</u>
<u>Industrial</u>	<u>54,01</u>	<u>100,00</u>
Trator	35,59	65,89
Implementos	18,42	34,11
TOTAL	<u>1.389,25</u>	<u>100,00</u>

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

A grande participação de energia de origem fóssil evidencia que essas operações são altamente dependentes de Diesel, uma vez que, sozinho, esse insumo participa com 94,16% do dispêndio total para essas operações.

Destaca-se também que na composição da energia indireta, a maior participação se origina de fontes industriais, através da depreciação energética de máquinas e implementos que, no conjunto, representam muito pouco do dispêndio total para as operações de preparo de solo.

6.4.2 Plantio e adubação

As operações de plantio são realizadas de duas maneiras: a primeira totalmente mecanizada e a segunda de forma manual com a ajuda de tração animal.

Para o plantio mecânico (Tabela 5), observa-se que há um equilíbrio entre as quantidades dispendidas em Energia Direta e Indireta com respectivamente 51,46% de energia direta e 48,54% de energia indireta.

Na energia direta observa-se uma participação maior da energia de fonte biológica com 66,77%, representada basicamente pelas sementes com 99,97% do total desse tipo. Por sua vez o uso de energia fóssil com 33,23% é resultado quase que totalmente do uso de Diesel.

Já a Energia Indireta é representada quase que totalmente pelo uso de adubos formulados que participam com 99,34% do total desse tipo.

Tabela 5. Entrada de energia, por tipo fonte, em MJ x ha⁻¹, forma e participações percentuais nas operações de plantio mecanizado.

TIPO , fonte e forma	Entradas Culturais	
	MJ	(%)
<u>ENERGIA DIRETA</u>	<u>823,26</u>	<u>51,46</u>
<u>Biológica</u>	<u>549,68</u>	<u>66,77</u>
Mão-de-obra	0,41	0,07
Sementes	549,28	99,93
<u>Fóssil</u>	<u>273,58</u>	<u>33,23</u>
Diesel	267,71	97,86
Lubrificantes	3,04	1,11
Graxa	2,82	1,03
<u>ENERGIA INDIRETA</u>	<u>776,63</u>	<u>48,54</u>
<u>Industrial</u>	<u>776,63</u>	<u>100,00</u>
Trator	4,16	0,54
Implementos	0,93	0,12
Adubação	771,54	99,34
TOTAL	1.599,89	100,00

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

Nas operações de plantio de forma manual, o consumo de energia direta totaliza 45,02% do total gasto (Tabela 6). Para esse tipo de energia o componente com maior participação corresponde ao uso de sementes, com 86,96% do total, seguido da energia gasta com tração animal (10,52%), com uma participação reduzida da energia do uso de mão-de-obra, não se observando o uso de energia de fontes fósseis.

Alternativamente, para energia indireta o gasto total para esse item corresponde ao uso de adubos formulados.

Tabela 6. Entrada de energia, por tipo fonte, em MJ x ha⁻¹, forma e participações percentuais nas operações de plantio manual.

<u>TIPO</u> , fonte e forma	Entradas Culturais	
	MJ	(%)
<u>ENERGIA DIRETA</u>	<u>631,65</u>	<u>45,02</u>
<u>Biológica</u>	<u>631,65</u>	<u>100,00</u>
Mão-de-obra	15,93	2,52
Tração animal	66,44	10,52
Sementes	549,28	86,96
<u>Fóssil</u>	<u>0,00</u>	<u>0,00</u>
<u>ENERGIA INDIRETA</u>	<u>771,54</u>	<u>54,98</u>
<u>Industrial</u>	<u>771,54</u>	<u>100,00</u>
Adubação	771,54	100,00
<u>TOTAL</u>	<u>1.403,19</u>	<u>100,00</u>

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

6.4.3 Operações de cultivo

Da mesma maneira que nas operações de plantio, essas atividades podem ser realizadas de forma mecanizada ou manual.

Para o cultivo executado mecanicamente, Tabela 7, o principal dispêndio energético para a realização dessas operações se dá por fontes indiretas que equivale a 85,01% do total consumido, representado basicamente pela energia contida nos fertilizantes utilizados para cobertura.

Tabela 7. Entrada de energia, por tipo fonte, em MJ x ha⁻¹, forma e participações percentuais nas operações de cultivo mecânico.

<u>TIPO</u> , fonte e forma	Entradas Culturais	
	MJ	(%)
<u>ENERGIA DIRETA</u>	<u>274,04</u>	<u>14,99</u>
<u>Biológica</u>	<u>0,32</u>	<u>0,12</u>
Mão-de-obra	0,32	100,00
<u>Fóssil</u>	<u>273,73</u>	<u>99,88</u>
Diesel	267,71	97,80
Lubrificantes	3,19	1,17
Graxa	2,82	1,03
<u>ENERGIA INDIRETA</u>	<u>1.554,31</u>	<u>85,01</u>
<u>Industrial</u>	<u>1.554,31</u>	<u>100,00</u>
Trator	4,16	0,27
Implementos	0,77	0,05
Adubação	1.549,38	99,68
<u>TOTAL</u>	<u>1.828,35</u>	<u>100,00</u>

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

Para essas atividades, o principal dispêndio energético está relacionado ao uso do adubo de cobertura que, sozinho, representa 84,74% do consumo energético para essa atividade, seguido do uso de Diesel com 14,64%.

Com o cultivo realizado de forma manual (Tabela 8), a quantidade de energia direta é menor quando comparada com a de forma mecânica, uma vez que as quantidades de fertilizantes são mantidas constantes ocorre um aumento da participação relativa da energia indireta dispendida, que passa de 85,01% quando mecanizada para 95,35% quando realizada manualmente.

Os dispêndios relativos à energia direta, nesse caso, têm como fonte as estritamente biológicas, das quais a tração animal participa com 88,00%. Alternativamente, quando se verifica como se dá o consumo da energia indireta, observa-se que se relaciona quase que exclusivamente com o uso de fertilizantes com 99,97% do total para esse tipo.

Tabela 8. Entrada de energia, por tipo fonte, em MJ x ha⁻¹, forma e participações percentuais nas operações de cultivo manual.

<u>TIPO</u> , fonte e forma	Entradas Culturais	
	MJ	(%)
<u>ENERGIA DIRETA</u>	<u>75,50</u>	<u>4,65</u>
<u>Biológica</u>	<u>75,50</u>	<u>100,00</u>
Mão-de-obra	9,06	12,00
Tração animal	66,44	88,00
<u>Fóssil</u>	<u>0,00</u>	<u>0,00</u>
<u>ENERGIA INDIRETA</u>	<u>1.549,79</u>	<u>95,35</u>
<u>Industrial</u>	<u>1.549,79</u>	<u>100,00</u>
Implementos	0,41	0,03
Adubação	1.549,38	99,97
<u>TOTAL</u>	<u>1.625,28</u>	<u>100,00</u>

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

Cabe destacar ainda que a realização do cultivo de forma mecânica representa um gasto de 12,49% a mais de energia quando comparado à forma manual, ou 203,07 MJ x ha⁻¹, diferença essa em grande parte devida ao uso de energia direta de fontes fósseis.

6.4.4 Capina

As operações de capina somente são realizadas por aqueles agricultores que relataram não realizar o cultivo mecânico. Conforme pode ser observado pela Tabela 9, toda energia utilizada nessa operação é de fonte biológica na forma de mão-de-obra.

Do conjunto de operações que compõem os diversos sistemas de cultivo, a operação de capina é a que contribui com a menor participação energética, não sendo superior a 0,32% do total de energia dispendida na cultura do milho.

Tabela 9. Entrada de energia, por tipo fonte, em MJ x ha⁻¹, forma e participações percentuais nas operações de capina.

TIPO , fonte e forma	Entradas Culturais	
	MJ	(%)
<u>ENERGIA DIRETA</u>	<u>14,04</u>	<u>100,00</u>
<u>Biológica</u>	<u>14,04</u>	<u>100,00</u>
Mão-de-obra	14,04	100,00
TOTAL	14,04	100,00

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

6.4.4 Colheita

Todos os agricultores pesquisados relataram que as operações de colheita são realizadas de forma manual, implicando no dispêndio de energia biológica oriunda do uso de mão-de-obra (Tabela 10).

Da mesma maneira que nas operações de capina, essa atividade representa uma diminuta parcela da energia total necessária para a implantação, condução e colheita da cultura do milho.

Tabela 10. Entrada de energia, por tipo fonte, em MJ x ha⁻¹, forma e participações percentuais nas operações de colheita.

TIPO , fonte e forma	Entradas Culturais	
	MJ	(%)
<u>ENERGIA DIRETA</u>	<u>18,71</u>	<u>100,00</u>
<u>Biológica</u>	<u>18,71</u>	<u>100,00</u>
Mão-de-obra	18,71	100,00
TOTAL	18,71	100,00

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

6.5 Estrutura dos dispêndios energéticos dos sistemas de produção

A Tabela 11 apresenta a estrutura dos dispêndios energéticos da cultura do milho para os quatro sistemas de produção estudados.

Tabela 11. Estrutura dos dispêndios por tipo, fonte e forma dos sistemas de produção em MJ x ha⁻¹ e participações percentuais das operações relacionadas à cultura do milho.

TIPO, fonte e forma	Entradas Culturais - Sistema A		Entradas Culturais - Sistema B		Entradas Culturais - Sistema C		Entradas Culturais - Sistema D	
	MJ	(%)	MJ	(%)	MJ	(%)	MJ	(%)
ENERGIA DIRETA	2.451,24	50,69	2.266,74	48,78	2.259,63	48,70	2.075,13	46,63
Biológica	570,14	23,26	659,36	29,09	652,10	28,86	741,32	35,72
Mão-de-obra	20,86	3,66	43,64	6,62	36,39	5,58	59,17	7,98
Tração animal	0,00	0,00	66,44	10,08	66,44	10,19	132,88	17,92
Sementes	549,28	96,34	549,28	83,30	549,28	84,23	549,28	74,09
Fóssil	1.881,11	76,74	1.607,38	70,91	1.607,53	71,14	1.333,81	64,28
Diesel	1.843,49	98,00	1.575,78	98,03	1.575,78	98,02	1.308,07	98,07
Lubrificantes	19,26	1,02	16,07	1,00	16,22	1,01	13,03	0,98
Graxa	18,35	0,98	15,53	0,97	15,53	0,97	12,71	0,95
ENERGIA INDIRETA	2.384,95	49,31	2.380,43	51,22	2.379,86	51,30	2.375,34	53,37
Industrial	2.384,95	100,00	2.380,43	100,00	2.379,86	100,00	2.375,34	100,00
Máquinas	43,90	1,84	39,74	1,67	39,74	1,67	35,59	1,50
Implementos	20,13	0,84	19,76	0,83	19,19	0,81	18,83	0,79
Adubação plantio	771,54	32,35	771,54	32,41	771,54	32,42	771,54	32,48
Adubação Cobertura	1.549,38	64,96	1.549,38	65,09	1.549,38	65,10	1.549,38	65,23
TOTAL	4.836,19	100,00	4.647,17	100,00	4.639,49	100,00	4.450,47	100,00

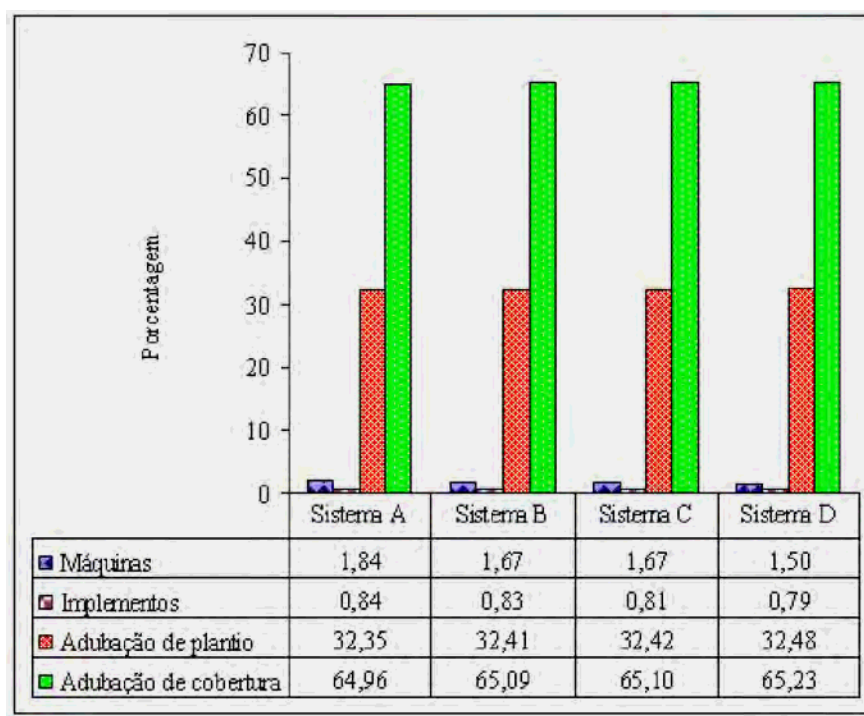
Fonte: Dados da pesquisa de campo.

Pela análise dos dados é possível observar que entre os sistemas “A” e “D”, a quantidade total dispendida se altera de 4.836,19 MJ x ha⁻¹, no sistema “A”, para 4.450,47MJ x ha⁻¹ no sistema “D”, o que representa uma redução bruta de 385,72MJ x ha⁻¹.

Do ponto de vista dos valores relativos, a variação observada entre os tipos de energias dispendidas – direta e indireta – entre os sistemas não houve alterações significativas, variando de um valor máximo de 50,69% (para energia direta) no sistema “A” até um mínimo de 46,63% no sistema “D”.

Observa-se também uma variação muito pequena nos valores absolutos das energias indiretas de fontes industriais. Isso se explica dada a rigidez de como a cultura é conduzida, isto é, todos os sistemas se utilizam de máquinas para o plantio e seguem um mesmo patamar tecnológico na quantidade de insumos utilizados que, via de regra, está abaixo daquele recomendado pelos órgãos de assistência técnica.

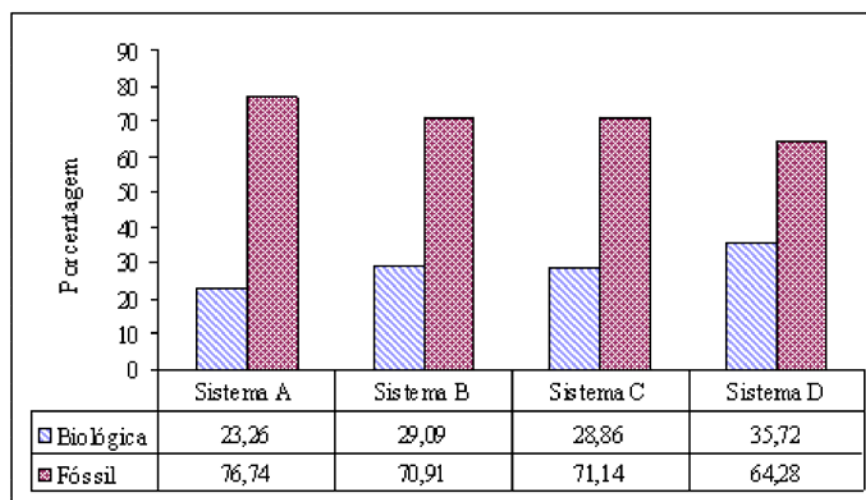
Assim, o total de energia indireta injetada na cultura varia de no máximo 2.384,95 x ha⁻¹ a um mínimo de 2.375,34 x ha⁻¹, isto é, menos de 10 MJ por hectare, não se observando grandes variações entre as fontes de energia nessa categoria, das quais 97,31% se referem ao uso de adubos e fertilizantes, conforme pode ser observada pela Figura 5 que apresenta os resultados percentuais para máquinas, implementos e tipo de adubação para cada um dos sistemas de cultivos em estudo.



Fonte: Dados da pesquisa de campo.

Figura 5. Participação relativa das energias, em porcentagem, por forma na Energia Indireta, por sistema de produção.

As maiores variações são observadas na energia direta quando esta é detalhada por fonte. No sistema “A”, no qual o uso de máquinas é mais intensivo, a participação da energia de fonte biológica do tipo direta é de 23,26%, enquanto as de origem fóssil, representada quase que exclusivamente pelo Diesel é de 76,74%. Na medida em que o uso de máquinas se torna menos intensivo, sistemas “B”, “C” e “D”, ocorre uma significativa redução da participação das energias de fonte fóssil com o conseqüente aumento na participação relativa das energias de fonte biológicas (Figura 6).



Fonte: Dados da pesquisa de campo.

Figura 6. Participação relativa das energias, em porcentagem, por fonte na Energia Direta, por sistema de produção.

A grande participação das energias de fonte biológica é resultado, principalmente, da opção em se realizar a maioria das operações de cultivo de forma manual utilizando, quando necessário, tração animal.

É interessante observar a grande semelhança, em termos de gastos energéticos totais, entre os sistemas “B” e “C”, que apresentam não só valores totais praticamente iguais, mas também estruturas semelhantes nas participações relativas por tipo, fonte e forma dos dispêndios energéticos.

Esse fato é explicado em virtude da realização do plantio mecanizado, cultivo de forma manual e capina no sistema “B”, enquanto que, no sistema “C”, ainda que o plantio seja realizado de forma manual, o cultivo se processa mecanicamente sem que ocorram as operações de capina.

Ao se analisar a participação dos dispêndios por conjunto de operações para cada um dos sistemas de cultivo (Tabela 12), é possível verificar um equilíbrio entre as operações de solo, plantio e adubação, e cultivo e adubação de cobertura, cabendo a cada uma dessas fases, aproximadamente, um terço do total energético dispendido.

Tabela 12. Participação das operações, em MJ x ha⁻¹ e valores relativos, por sistema de produção.

Operação	Sistema "A"		Sistema "B"		Sistema "C"		Sistema "D"	
	(MJ)	(%)	(MJ)	(%)	(MJ)	(%)	(MJ)	(%)
Preparo de solo	1.389,25	28,73	1.389,25	29,89	1.389,25	29,94	1.389,25	31,22
Plantio e adubação	1.599,89	33,08	1.599,89	34,43	1.403,19	30,24	1.403,19	31,53
Cultivo e adubação de cobertura	1.828,35	37,81	1.625,28	34,97	1.828,35	39,41	1.625,28	36,52
Capina Manual	0,00	0,00	14,04	0,30	0,00	0,00	14,04	0,32
Colheita	18,71	0,39	18,71	0,40	18,71	0,40	18,71	0,42
Total	4.836,19	100,00	4.647,17	100,00	4.639,49	100,00	4.450,47	100,00

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

As operações estritamente manuais apresentaram participação extremamente reduzida, em todos os sistemas de cultivo, não alcançando 1% do total de energia gasta.

A Tabela 13 mostra que a participação energética do Diesel é alta em todos os sistemas de produção, com 38,12% no sistema "A", 33,91% no "B", 33,96% em "C" e finalmente 29,39% no "D", sendo que somente neste último o combustível aparece como segundo maior item de consumo energético.

Por sua vez, os formulados representam parcela significativa dos gastos energéticos, sendo que a adubação de cobertura apresenta, em média, o dobro energético daquela utilizada para o plantio.

No entanto, de uma forma geral, é possível observar que, ainda que exista variação no total dispendido, estruturalmente os sistemas de produção em pouco diferem entre si, uma vez que as participações relativas dos gastos energéticos em sua forma, praticamente não se alteram entre um sistema e outro.

Isso decorre do fato de que uma das principais etapas do processo de cultivo, no caso o preparo de solo, ser realizada em todos os sistemas da mesma forma, ou seja, mediante o uso de máquinas e implementos.

Tabela 13. Insumos, em MJ x ha⁻¹, e participação relativa nos sistemas de produção de milho.

Forma	Sistema "A"		Sistema "B"		Sistema "C"		Sistema "D"	
	MJ	(%)	MJ	(%)	MJ	(%)	MJ	(%)
Diesel	1.843,49	38,12	1.575,78	33,91	1.575,78	33,96	1.308,07	29,39
Adubação Cobertura	1.549,38	32,04	1.549,38	33,34	1.549,38	33,40	1.549,38	34,81
Adubação plantio	771,54	15,95	771,54	16,60	771,54	16,63	771,54	17,34
Sementes	549,28	11,36	549,28	11,82	549,28	11,84	549,28	12,34
Máquinas	43,90	0,91	39,74	0,86	39,74	0,86	35,59	0,80
Mão-de-obra	20,86	0,43	43,64	0,94	36,39	0,78	59,17	1,33
Implementos	20,13	0,42	19,76	0,43	19,19	0,41	18,83	0,42
Lubrificantes	19,26	0,40	16,07	0,35	16,22	0,35	13,03	0,29
Graxa	18,35	0,38	15,53	0,33	15,53	0,33	12,71	0,29
Tração animal	0,00	0,00	66,44	1,43	66,44	1,43	132,88	2,99
TOTAL	4.836,19	100,00	4.647,17	100,00	4.639,49	100,00	4.450,47	100,00

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

Nesse aspecto, um outro fato que merece destaque é que a elevada participação relativa dos formulados nesses sistemas é resultante do uso de fertilizantes químicos, notadamente na adubação de cobertura, dispêndio energético esse que pode ser minimizado pelo uso de fertilizantes de origem orgânica, tais como, biofertilizantes, compostos, etc.

6.6 Índices de eficiência

Os índices de eficiências foram calculados utilizando o método de simulação de Monte Carlo, operacionalizados conforme descrito em material e métodos.

6.6.1 Índices de Eficiência Cultural (I_{EC})

Para o cálculo do índice de Eficiência Cultural foram utilizados os valores das entradas e saídas energéticas. Para as entradas energéticas assumiu-se uma distribuição uniforme, por sua vez, para as saídas energéticas a distribuição de probabilidade utilizada foi a triangular, cujos valores para cada um dos sistemas em estudo estão consubstanciados na Tabela 14.

Tabela 14. Entradas totais e saídas energéticas úteis, em MJ x ha⁻¹, para os sistemas de produção de milho.

Parâmetros	Sistemas				
	“A”	“B”	“C”	“D”	
Entradas	Mínima	4.625,73	4.414,81	4.407,52	4.227,95
	Modal	4.836,19	4.647,17	4.639,49	4.450,47
	Máxima	5.112,65	4.879,53	4.871,47	4.672,99
Saídas	Mínima	53.980,88	53.980,88	53.980,88	53.980,88
	Média	67.353,79	67.353,79	67.353,79	67.353,79
	Máxima	94.425,77	94.425,77	94.425,77	94.425,77

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2006).

Como já descrito anteriormente, a utilização de métodos de simulação, permitiu obter o I_{EC} na forma de um intervalo com as suas respectivas probabilidades de ocorrência, cujos resultados em percentis acumulados constam da Tabela 15.

Tabela 15. Percentis acumulados dos Índices Eficiência Cultural, para os sistemas de produção de milho.

Percentil	Sistemas			
	“A”	“B”	“C”	“D”
0	10,92	11,21	11,38	11,88
5	12,18	12,74	12,57	13,30
25	13,39	14,14	14,01	14,88
50	14,65	15,33	15,33	16,10
75	16,24	16,69	16,81	17,56
95	17,91	18,69	18,77	19,72
100	19,79	20,53	20,47	21,96
Média	14,83	15,48	15,46	16,26
Mediana	14,65	15,33	15,33	16,10
Desvio Padrão	1,79	1,80	1,90	1,93

Fonte: Dados da pesquisa.

Da leitura dos dados é possível observar que o sistema “D” quando comparado aos demais, é o que apresenta a maior eficiência cultural, com índices variando entre 14,88 e 17,56 entre o percentil 25 e 75, com valores médios de 16,26. Por sua vez, os sistemas “B” e “C”, não apresentam diferenças significativas em seus índices.

Como esperado, o sistema “A”, ainda que de forma não tão acentuada, foi o que apresentou os menores índices de eficiência cultural, com valores entre 13,39 e 16,24 no intervalo interquartil.

A pequena diferença dos índices entre os quatro sistemas justifica-se na medida em que, ainda que de forma diferente, os assentados realizam a mesma seqüência de operações, variando apenas quanto ao fato de que ao optarem por operações mecanizadas ou manuais acabam apenas por substituírem um gasto energético por outro.

No conjunto, a probabilidade dos índices de eficiência cultural ser superior a 21,96 ou inferiores a 10,92 é virtualmente nula.

6.6.2 Índices de Eficiência Energética (I_{EEn})

Da mesma forma que a utilizada para o cálculo da Eficiência Cultural, para a estimação dos índices de Eficiência Energética as entradas energéticas foram consideradas como uma distribuição uniforme e, para as saídas energéticas, uma distribuição triangular, com os seus respectivos parâmetros constantes da Tabela 16, a seguir:

Tabela 16. Entradas totais não-renováveis e saídas energéticas úteis, em MJ x ha⁻¹, para os sistemas de produção de milho.

Parâmetros	Sistemas				
	“A”	“B”	“C”	“D”	
Entradas	Mínima	1.787,05	1.527,01	1.527,15	1.267,12
	Média	1.881,11	1.607,38	1.607,53	1.333,81
	Máxima	1.975,17	1.687,75	1.687,91	1.400,50
Saídas	Mínima	53.980,88	53.980,88	53.980,88	53.980,88
	Média	67.353,79	67.353,79	67.353,79	67.353,79
	Máxima	94.425,77	94.425,77	94.425,77	94.425,77

Fonte: Dados da pesquisa.

Os cálculos dos índices de Eficiência Energética, ao considerarem a relação das saídas energéticas com as entradas energéticas de fontes não-renováveis, permitem aferir o quanto sustentável é o sistema de produção. Assim, uma vez processados os cálculos de simulação, foi possível obter os resultados do Índice de Eficiência Energética, cujos resultados e as respectivas probabilidades acumuladas podem ser visualizados na Tabela 17.

Tabela 17. Percentis acumulados dos Índices de Eficiência Energética, para os sistemas de produção de milho.

Percentil	Sistemas			
	“A”	“B”	“C”	“D”
0	28,19	33,37	32,92	39,82
5	31,15	36,66	36,83	43,76
25	34,61	40,96	40,79	48,77
50	37,88	44,21	44,08	53,11
75	41,54	48,59	48,64	58,51
95	46,76	54,68	54,65	65,84
100	52,03	60,60	60,68	72,25
Média	38,27	44,86	44,82	53,84
Mediana	37,88	44,21	44,08	53,11
Desvio Padrão	4,79	5,51	5,43	6,70

Fonte: Dados da pesquisa.

Os resultados mostram que o sistema que apresenta o melhor índice energético é o sistema “D”, com índices entre 48,77 e 58,51 entre o primeiro e o terceiro quartil, apresentando índice médio 53,84, isto é, para cada unidade de energia fóssil utilizada na cultura do milho obteve-se, em média, 53,84 unidades de energia em saídas úteis, indicando que, entre os 4 sistemas estudados, este é o que apresenta os maiores índices, com valores médios de 40% superior ao Sistema “A” e 20% superior aos sistemas “B” e “C”.

A explicação para isso reside no fato de que, à exceção das operações de preparo de solo, todas as demais são realizadas com o concurso de energia biológica.

Alternativamente, o sistema “A” foi o que apresentou os menores índices de eficiência energética média de 38,27 e valores de 34,61 a 41,54 no intervalo interquartil, situação explicada por ser este o sistema mais dependente de energia fóssil em suas operações.

Por sua vez, os sistemas “B” e “C” não se diferenciam entre si, com valores de eficiência energética média em torno de 44,10 com uma variação interquartil de 7,63. Esses sistemas, ainda que realizem o cultivo do milho de forma diferente, compensam-se quanto à realização de operações dependentes de energia fóssil. O sistema “B”, ao realizar o plantio mecanizado e operações de cultivo e cobertura de forma manual, iguala-se energeticamente ao “C”, que executa o plantio de forma manual com o cultivo e adubação de cobertura realizada de forma mecânica.

Ao considerarmos os índices de eficiência energética como um indicador de sustentabilidade, uma vez que em sua formulação esse índice considera somente as entradas energéticas não-renováveis, pode-se concluir que o sistema que melhor se ajusta a essa condição é o “D”, seguidos pelos “C” e “B” e pelo “A”.

Finalmente, uma vez que todos os sistemas apresentam índices superiores à unidade, pode-se considerar que todos os sistemas, em maior ou menor grau, são sustentáveis do ponto de vista energético.

6.6.3 Índices de Eficiência Econômica (I_{EE})

Os procedimentos de simulação, a partir dos quais foram obtidos os índices de Eficiência Econômica, para cada um dos sistemas de produção, foram através da relação receita total e custo total do empreendimento.

Uma vez que a receita total é o produto da receita esperada pelo preço de comercialização, e que um dos pressupostos para a realização dos processos de simulação é o conhecimento das respectivas distribuições de probabilidade, houve a necessidade da estimação das mesmas.

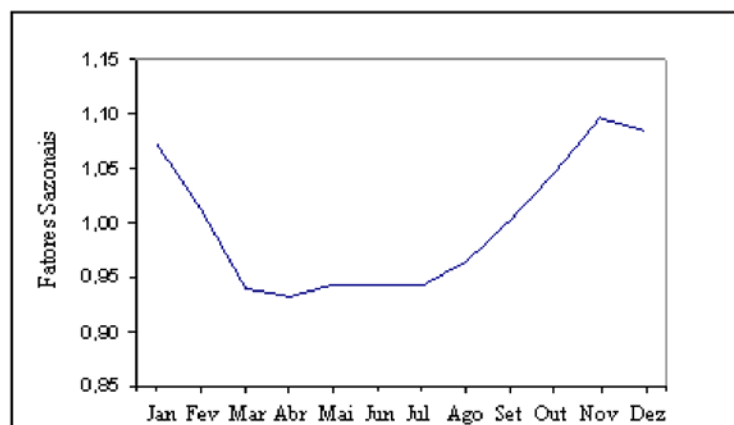
Para a produção esperada, conforme já definido na metodologia, considerou-se uma distribuição triangular, com saídas úteis de, no mínimo, 3.972,00 kg x ha⁻¹, média de 4.956,00 kg x ha⁻¹ e máxima de 6.948,00 kg x ha⁻¹.

Para a variável correspondente ao preço de comercialização, foi utilizada a série de preços recebidos pelo produtor, no Estado de São Paulo, correspondente ao período de janeiro de 1995 até março de 2007, elaborada pelo Instituto de Economia Agrícola⁵ e deflacionada pelo Índice Geral de Preços de Mercado da Fundação Getúlio Vargas (INSTITUTO BRASILEIRO DE ECONOMIA DA FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS, IBRE, 2007), tendo como base o mês de fevereiro de 2006 (Tabela 26A).

Uma vez construída a série de preços deflacionados a mesma foi a tratada de acordo com metodologia proposta por Hoffman (1980) e Moretin e Tolo (2004)

⁵ A série de preços do milho, em sacas de 60 kg, foi obtida diretamente junto ao Núcleo de Informática do Instituto de Economia Agrícola em maio/2007.

analisada quanto à existência de padrões sazonais, sendo constatado um padrão cujo ciclo mensal pode ser visualizado na Figura 7.



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 7. Padrão estacional dos preços de milho (1995-2006).

A verificação de existência de um padrão sazonal determinístico foi realizada mediante uma análise de variância, na qual foi possível obter uma estatística F com *valor-P* de $1,44 \times 10^{-10}$, implicando em afirmar que a hipótese de existência de padrões sazonais mensais não pode ser rejeitada para valores de probabilidades de praticamente 100%. (Tabelas 27A e 28A)

Pela análise da Tabela 18, que apresenta os fatores sazonais mensais, é possível constatar que o preço do milho, no período em que os assentados realizam a colheita e a comercialização (março, abril e maio), é 6% inferior ao preço médio da série de preços obtida, significando dizer que a sua venda se dá no momento no qual o preço do milho está no seu patamar mais desfavorável.

Tabela 18. Fatores sazonais mensais do preço de comercialização do milho (1995-2006).

Mês	Padrão Sazonal
Janeiro	1,0742
Fevereiro	1,0142
Março	0,9417
Abril	0,9342
Mai	0,9450
Junho	0,9417
Julho	0,9442
Agosto	0,9667
Setembro	1,0050
Outubro	1,0491
Novembro	1,1009
Dezembro	1,0918

Fonte: Dados da pesquisa.

Finalmente, com base nos valores correspondentes aos custos de produção, estimados a partir dos coeficientes técnicos apurados para cada um dos sistemas de produção foi possível apurar os seus custos de produção, nas suas parcelas fixas e variáveis (Tabelas 29A. a 35A.) cujos resultados estão sintetizados na Tabela 19:

Tabela 19. Custo de produção, em R\$ x ha⁻¹, para a cultura do milho, para os sistemas de produção “A”, “B”, “C” e “D”, Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006.

Custos	Sistemas			
	“A”	“B”	“C”	“D”
Variáveis	771,12	739,94	723,34	760,44
Fixos	0	4,50	1,67	7,33
Totais	771,12	744,44	725,01	767,77

Fonte: Dados da pesquisa.

Da análise dos custos totais de produção é possível verificar uma variação de no máximo R\$46,11 entre o sistema de maior custo e o de menor, sendo importante observar que os sistemas que apresentaram os maiores custos são, respectivamente, os sistemas “A” e “D”.

O fato do sistema “A” ser o que apresenta o maior custo de produção prende-se ao fato que nesse sistema a maior parte das operações foram realizadas mediante o

concurso de aluguel de equipamentos.

O sistema “D”, ainda que minimize o uso de máquinas e implementos, apresenta custos de produção elevados, pois compensa a utilização de máquinas mediante o uso intensivo de mão-de-obra familiar e/ou contratada que, ao optar-se por remunerá-la, concorre para o aumento dos custos totais.

De todos os sistemas analisados o que apresentou o menor custo de produção foi o “C” que, ao realizar as operações de cultivo de forma mecanizada e não realizar capina apresentou dispêndio monetário inferior ao sistema “B”, justamente por ser poupador de mão-de-obra.

Conforme discutido na metodologia para a estimativa do índice de eficiência, mediante métodos de simulação, é necessário conhecer, a priori, as distribuições de probabilidades das variáveis envolvidas. Para a variável representante dos custos de produção, assumiu-se que a mesma apresenta distribuição uniforme, cujos valores máximos, mínimos e médios, para cada sistema, encontram-se na Tabela 20, a seguir:

Tabela 20. Valores da distribuição uniforme, custos de produção em R\$ x ha⁻¹, para cada sistema de produção da cultura do milho, Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006.

Custos R\$ x ha ⁻¹	Sistemas			
	“A”	“B”	“C”	“D”
Máximo	809,68	781,66	761,26	806,16
Esperado	771,12	744,44	725,01	767,77
Mínimo	732,56	707,22	688,76	729,38

Fonte: Dados da pesquisa.

Para a produção esperada, considera-se que a mesma tem uma distribuição triangular, com saídas úteis de no mínimo 3.972,00 kg x ha⁻¹, média de 4.956,00 kg x ha⁻¹ e máxima de 6.948,00 kg x ha⁻¹.

Um pressuposto importante consiste em que a variável referente ao preço de comercialização seja normalmente distribuída, no entanto, para a série obtida, deflacionada pelo Índice Geral de Preços de Mercado da Fundação Getúlio Vargas e livres dos padrões sazonais não foi possível aceitar a hipótese de normalidade teste de Kolmogorov-Smirnov para 95% de probabilidade.

Dessa forma, houve a necessidade de inicialmente verificar se a série possuía valores discrepantes (*outliers*). Para tanto foi realizado o procedimento de se considerar como *outlier* todo dado que exceda ao Terceiro Quartil, ou que esteja abaixo do Primeiro Quartil em uma vez e meia ao desvio interquartílico da série, conforme proposto por Tukey apud Blanxart et al. (1992). Realizados os cálculos, foram identificados 9 dados que, ao final, não foram computados nos cálculos. Realizando novamente os testes de normalidade de Kolmogorov-Smirnov não foi possível rejeitar a hipótese de normalidade dos dados para 95% de probabilidade (Figura 2A).

Dessa forma, assumiu-se que a variável correspondente ao preço de comercialização do milho na forma de MDPS é normalmente distribuída com média de R\$0,27 x kg⁻¹ e desvio padrão de R\$0,04 x kg⁻¹, valores esses já corrigidos sazonalmente para o período de comercialização da safra.

Uma vez processados os cálculos de simulação foi possível obter os resultados que podem ser visualizados na Tabela 21 a seguir:

Tabela 21. Percentis acumulados dos Índices de Eficiência Econômica, para os sistemas de produção de milho Assentamento Ipanema, Área I, Safra 2005/2006.

Percentil	Sistema			
	“A”	“B”	“C”	“D”
0	0,92	0,87	0,96	0,99
5	1,31	1,36	1,42	1,31
25	1,59	1,66	1,69	1,61
50	1,81	1,88	1,94	1,81
75	2,06	2,13	2,19	2,05
95	2,44	2,51	2,60	2,43
100	2,95	3,20	3,39	3,09
Média	1,84	1,90	1,96	1,84
Mediana	1,81	1,88	1,94	1,81
Desvio Padrão	0,33	0,35	0,36	0,34

Fonte: Dados da pesquisa.

Pela leitura da tabela é possível verificar que todos os sistemas são eficientes economicamente com probabilidade nula de apresentarem eficiência menor que 1, o que implica em afirmar que essa atividade é viável economicamente para a realidade dos Assentados da Fazenda Ipanema, Área I.

Dos quatro sistemas estudados o “C” é o que apresentou os melhores índices de eficiência, com valores entre 1,69 e 2,19 no intervalo interquartil seguido do sistema “B”.

Os sistemas “A”, no qual o uso de máquinas e implementos é o mais intenso dentre os quatro, e o “D”, intensivo de mão-de-obra, foram os que apresentaram os menores índices de eficiência econômica, ambos variando praticamente com os mesmos valores no intervalo interquartil.

Num aspecto mais amplo, considerando-se a realidade estudada, pode-se inferir que a opção por determinado sistema de produção relaciona-se mais à disponibilidade dos fatores – existência de máquinas para aluguel e mão-de-obra – do que propriamente pela busca de sua otimização, isto porque, independente da forma como ele combina os seus fatores de produção, para todos os sistemas, a exceção de uma severa quebra de safra, existe uma probabilidade alta de lucro.

É importante destacar que esses índices foram calculados para os meses de março a maio, onde os preços são, em média, 6% menores que o preço médio de comercialização do milho, quer dizer, a comercialização dando-se num momento de índices sazonais menores que um. Entretanto, caso o assentado pudesse realizar a comercialização entre os meses de novembro e dezembro, período de preços médios mais favoráveis, os índices obtidos poderiam ser incrementados em média em 15%.

6.6.5 Índices de Eficiência Cultural Econômica (I_{EC}/I_{EE})

Com base nos valores esperados para os índices cultural e econômico, foi possível calcular o Índice de Eficiência Cultural Econômica para cada um dos sistemas de produção para a cultura do Milho, cujos resultados se encontram na Tabela 22.

Tabela 22. Índices de Eficiência Cultural, Econômica e Cultural Econômica para os sistemas de produção da cultura do Milho, Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006.

Índices de Eficiência	Sistemas			
	“A”	“B”	“C”	“D”
Cultural	14,83	15,48	15,46	16,26
Econômica	1,84	1,90	1,96	1,84
Cultural Econômica	8,06	8,15	7,89	8,84

Fonte: dados da pesquisa

A análise da Tabela 22, permite identificar que o sistema que apresenta a melhor relação cultural energética é o sistema “D”, com índice igual a 8,84, isto é, para cada unidade de eficiência econômica o sistema responde com quase nove unidades de eficiência cultural

O sistema com o menor índice de Eficiência Cultural Econômica é “C”, e isso se explica em virtude de que, ainda que o mesmo apresente o maior índice econômico, isso não se traduziu em retornos culturais da mesma magnitude. Situação semelhante observa-se nos sistemas “B” e “A”.

No entanto, ainda que todos os sistemas sejam eficientes cultural e economicamente, o cálculo desse índice não permite concluir sobre o quanto esses são eficientes no uso de fontes energéticas fósseis, razão pela qual foi também estimado o índice de Eficiência Energética Econômica.

6.6.6 Índices de Eficiência Energética Econômica (I_{EE}/I_{EE})

Os cálculos dos índices de Eficiência Energética Econômica foram executados com o intuito de verificar qual o nível de resposta os sistemas estudados apresentam em referência às relações energéticas econômicas

Estimado com base na relação Eficiência Energética e Eficiência Econômica, para os 4 sistemas de produção os resultados obtidos estão expressos na Tabela 23, como se segue:

Tabela 23. Índices de Eficiência Energética, Econômica e Energética Econômica para os sistemas de produção da cultura do Milho, Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006.

Índices de Eficiência	Sistemas			
	“A”	“B”	“C”	“D”
Energética	38,27	44,86	44,82	53,84
Econômica	1,84	1,90	1,96	1,84
Energética Econômica	20,80	23,61	22,87	29,26

Fonte: dados da pesquisa

Pela leitura dos resultados, uma vez que todos os sistemas apresentam índice superior a 1, pode-se concluir que todos eles são eficientes do ponto de vista energético econômico, isto é, a relação energética é mais favorável que a relação econômica.

A melhor relação energética econômica observa-se no sistema “D”, mais intensivo de mão-de-obra, com uso de máquinas e implementos apenas na fase de preparo de solo. Por sua vez, o sistema “A”, no qual o uso de equipamentos é o mais intenso dentre os 4 sistemas estudados é o que apresenta a menor relação energética econômica.

No entanto, algumas considerações devem ser feitas da leitura dos índices obtidos. Sistemas altamente eficientes do ponto de vista energético econômico podem indicar que o mesmo não seja sustentável do ponto de vista econômico, uma vez que reduções na eficiência econômica se traduziriam em incrementos no I_{EEt}/I_{EE} .

Isso coloca uma situação na qual a análise de determinado sistema deve se dar de forma temporal, quer dizer, dada uma situação na qual os índices econômicos se mantenham constantes ao longo do tempo, esse tipo de análise mostraria que aumentos nos índices energéticos resultariam em índices energéticos econômicos cada vez maiores.

Alternativamente, se mantidos constantes os índices energéticos, incrementos nos índices econômicos implicariam na redução dos Índices Energéticos Econômicos. Disso, podemos concluir que, na medida em que aumenta a eficiência econômica de um sistema, isto seria um indicador de redução de eficiência energética econômica do sistema, uma vez que o aumento da eficiência energética não está acompanhando o aumento da eficiência econômica.

É importante frisar que a análise dos índices, para cada sistema, deve-

se dar nos três contextos, energético, econômico e energético econômico, pois cada um deles representa uma medida diferente de sustentabilidade. O primeiro mostra o quanto dependente de combustível fóssil é o sistema de produção; o segundo, se esse sistema é economicamente ou não viável e, finalmente o terceiro evidencia em que proporção se dá as relações energética econômicas.

Dessa forma, os quatro sistemas são eficientes energética, econômica e energética economicamente, apontando para uma melhor relação desses em “D”, seguido de “B” e “C”, e finalmente “A”, com todos eles, no curto prazo, sustentáveis economicamente, e no longo prazo mais favorável a “D”.

Finalmente, pode-se verificar que o uso mais intensivo de fontes de energias não-renováveis (sistema “A”) não se traduziu necessariamente numa maior eficiência econômica desse sistema quando comparado notadamente ao sistema “D” (intensivo em mão-de-obra), o que comprova a hipótese inicial, que altos *inputs* energéticos não necessariamente se traduzem em maiores retornos econômicos, para as condições de agricultura familiar praticada em Assentamentos de Reforma Agrária.

7 CONCLUSÕES

Considerando os resultados obtidos e as discussões aqui apresentadas, as conclusões orientam-se em duas vertentes, a primeira relativa aos resultados mais analíticos e a segunda direcionada às conclusões de âmbito mais geral.

Assim, identificaram-se quatro formas diferentes pelo qual o milho pode ser cultivado no Projeto de Assentamento Fazenda Ipanema, Área I, (denominados sistemas “A”, “B”, “C” e “D”), sendo que as operações de preparo de solo, com máquinas e implementos, foram comuns a todos eles, o mesmo ocorrendo com as operações de colheita, realizadas de forma manual. O que contribuiu para diferenciar os sistemas foram as operações plantio, cultivo – manual ou mecânica – e a capina, operação não realizada por aqueles que optaram por cultivo mecanizado.

Os dispêndios energéticos totais variaram para cada um dos sistemas “A”, “B”, “C” e D, respectivamente com os seguintes valores, 4.836,19 MJ x ha⁻¹, 4.4647,17 MJ x ha⁻¹, 4.639,49 MJ x ha⁻¹ e 4.450,47 MJ x ha⁻¹.

Quando detalhadas por fonte, as maiores variações foram observadas no uso da energia direta. No sistema “A”, no qual o uso de máquinas é mais intensivo, a participação da energia de fonte biológica de tipo direta foi de 23,26%, enquanto as de origem fóssil, representado quase que exclusivamente pelo óleo Diesel foi de 76,74%. Na medida em que o uso de máquinas se torna menos intensivo, sistemas “B”, “C” e “D”, sendo que neste último a proporção das fontes biológica e fóssil foi, respectivamente de 64,28 e 35,72%,

indicando que, os sistemas “A” e “D” são os mais diferentes entre si, quanto ao consumo de energia por fonte. Por sua vez, quanto a esse aspecto, os sistemas “B” e “C” pouco se diferenciam.

Com referência aos índices de eficiência cultural, o sistema “D”, quando comparado aos demais, foi o que apresentou a maior eficiência cultural, com índices variando entre 14,88 e 17,56 entre o percentil 25 e 75, com valores médios de 16,26. Por sua vez, os sistemas “B” e “C”, não apresentam diferenças significativas em seus índices. Como esperado, o sistema “A”, ainda que de forma não tão acentuada, foi o que apresentou os menores índices de eficiência cultural, com valores entre 13,39 e 16,24 no intervalo interquartil.

Os resultados, para análise da Eficiência Energética mostraram que o sistema que apresentou o melhor índice energético foi o sistema “D”, com índices entre 48,77 e 58,51 entre o primeiro e o terceiro quartil, apresentando índice médio 53,84, isto é, para cada unidade de energia fóssil utilizada na cultura do milho obteve-se, em média, 52,84 unidade de energia em saídas úteis, indicando que, entre os 4 sistemas estudados, este é o que apresenta os maiores índices, com valores médios de 40% superior ao Sistema “A” e 20% superior aos sistemas “B” e “C”.

A análise econômica revelou que todos os sistemas são eficientes economicamente com probabilidade nula de apresentarem eficiência menor que 1, o que implica em afirmar que essa atividade é viável economicamente para a realidade dos Assentados da Fazenda Ipanema Área I. Dos quatro sistemas estudados o “C” é o que apresentou os melhores Índices de Eficiência com valores entre 1,69 e 2,19 no intervalo interquartil seguido do sistema “B”. O sistema “A”, no qual o uso de máquinas e implementos é o mais intenso dentre os quatro, e o “D”, intensivo de mão-de-obra, foram os que apresentaram os menores índices de eficiência econômica, ambos variando praticamente com os mesmos valores no intervalo interquartil.

Com base nos valores esperados para os índices cultural e econômico, ao calcular-se o Índice de Eficiência Cultural Econômica para cada um dos sistemas de produção foi possível concluir que o sistema que apresentou a melhor relação cultural econômica foi o sistema “D”, com índice igual a 8,84, isto é, para cada unidade de eficiência econômica o sistema responde com quase nove unidades de eficiência cultural. O sistema com

o menor índice de Eficiência Cultural Econômica foi o “C”, e isso se explica em virtude de que, ainda que o mesmo seja o que apresenta o maior índice econômico, isso não se traduziu em retornos culturais da mesma magnitude, situação semelhante observada nos sistemas “B” e “A”.

Para a análise Energética Econômica, foram obtidos os índices 20,80 , 23,61 , 22,87 e 29,26 , respectivamente para os sistemas “A”, “B”, “C” e “D”, indicando serem todos eficientes. A melhor relação Energética Econômica foi observada no sistema “D”, seguidos de “B” e “C”, que pouco se diferenciaram entre si e pelo sistema “A”. Conclui-se dessa forma que os quatro sistemas são eficientes energética, econômica e energética economicamente, o que indica existir sustentabilidade de curto e no longo prazo.

Finalmente, o uso mais intensivo de energia de fontes não-renováveis, observado no sistema “A”, quando comparado ao sistema “D” (intensivo de mão-de-obra), não se traduziu necessariamente numa maior eficiência econômica desse sistema o que comprova a hipótese inicial, que altos *inputs* energéticos não se traduzem em maiores retornos econômicos, para as condições de agricultura familiar no sistema de Assentamento de Reforma Agrária.

Em um aspecto mais geral, fica claro que o retorno econômico dessa atividade não está diretamente ligado à maneira pela qual a cultura é implantada e desenvolvida, uma vez que os índices de eficiência econômica pouco se diferenciaram entre si.

No entanto, deve ser considerado o fato, que escapa à análise desse trabalho, que um dos elementos que deve nortear a opção dos assentados em utilizar de forma mais intensiva, ou não, a sua mão-de-obra reside na condição do quanto desta está disponível, a que preço, e, mais que isso, da capacidade de internalizar familiarmente o custo de oportunidade dessa receita.

Outro fato que merece uma atenção especial é que, nas atividades mais intensivas do uso de energia fóssil e, por conseguinte, um componente importante do cálculo do índice de eficiência energética, que se refere ao preparo de solo, todos os assentados a realizam de acordo com o preconizado pela assistência técnica.

Por outro lado, nas demais operações e, principalmente no uso de insumos, (quantidade de adubos, sementes e operações de cobertura) os valores relatados estão aquém do necessário o que, sem dúvida nenhuma, compromete o resultado final. Vale lembrar

ainda que, são nas operações de preparo de solo onde ocorre grande parte das despesas monetárias dos assentados. Ou seja, a maneira como o milho é cultivado espelha uma “revolução verde” incompleta, pois essa pode ser considerada como agricultura convencional dependente de fontes energéticas não-renováveis, principalmente no preparo de solo, apresentando, no entanto, com baixos índices de produtividade.

Com certeza, práticas culturais mais adequadas contribuiriam para melhoria nas relações energéticas e econômicas desses empreendimentos, nos quais gastos adicionais com sementes e fertilizantes seriam compensados pelo aumento da produtividade das áreas.

O fato da comercialização se dar na forma de MDPS contribuiu de forma significativa para a melhoria dos índices estudados, pois, ao comercializá-lo dessa forma o assentado aproveita não só grande parte do potencial energético da planta, como também um preço adicional por isso, melhorando sua rentabilidade.

Outro aspecto que merece destaque é o fato da comercialização se dar no período imediatamente posterior à colheita, quando os preços médios do milho são 4% menores que o preço médio. Caso essa ocorresse entre novembro e dezembro as condições de preço seriam 10% em média melhores o que sem dúvida melhoraria a rentabilidade econômica desse empreendimento.

Por fim, a construção e uso de índices de eficiências Cultural, Energética, Econômica e das relações desses, na forma dos índices de Eficiência Cultural Econômico e Energético Econômico para caracterizar os sistemas de produção mostraram-se adequados enquanto instrumentos que ampliaram o poder de análise das realidades estudadas, podendo ser ferramentas úteis para sua descrição desses sistemas o que não impede que novas formulações possam ser elaboradas para aprimorar as análises realizadas.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, Marcos Cintra Cavalcanti de; NICOL, Robert. **Economia agrícola: o setor primário e a evolução da economia brasileira**. São Paulo: Mc-Graw-Hill, 1987. 335 p.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO SETOR DE FERTILIZANTES. São Paulo: Associação Nacional para a Difusão de Adubos, 2004. 158 p.

AMBROSI, Ivo et al. Lucratividade e risco de sistemas de produção de grãos combinados com pastagens de inverno. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 36, n. 10, p. 1213-1219, out. 2001.

ASSIS, Janilson P. de. **Modelo estocástico para estimação de produtividade potencial de milho em Piracicaba-SP**. 2004. Tese (Doutorado). – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2004.

BALASTREIRE, Luiz A. **Máquinas agrícolas**. Piracicaba: Balastreire, 2005. 305p.

BELEZE, Juliano R. F. et al. Avaliação de cinco híbridos de milho (*Zea mays*, L.) em diferentes estádios de maturação, concentrações dos componentes estruturais e correlações. **R. Bras. Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 3, p.538-545, 2003.

BENTSEN, Niclas S.; FELBY, Claus; IPSEN, Karen H. **Energy balance of 2nd generation bioethanol production in Denmark**. Denmark, 2005. Disponível em: <http://www.ibusystem.info/Publications/Energy%20Balance_bioethanol.pdf> . Acesso em: 5 out. 2006.

BLANXART, Montserrat Freixa et al. **Análisis exploratorio de datos: nuevas técnicas estadísticas**. Barcelona: PPU, 1992. (Colección: LTC-36)

BOCHU, Jean-Luc. **Planete: methode pour l'analyse negetique de l'exploitation agricole et l'evaluatim des emissions de gaz a effet de serre**. Solagro, octubre 2002. Disponível em: <www.solagro.org/site/im_user/014planeteooct02.pdf>. Acesso em: 15 maio 2006.

BOLLER, Walter; GAMERO, Carlos A. Estimativas de custos econômicos e energéticos de sistemas de preparo e de manejo do solo para a cultura do feijão. **Rev. Energ. Agric.**, v. 12, n. 2, p. 26-38, 1997.

BORGES, Carmem Lúcia Tancredo. **Confiabilidade de sistemas de potências**. Rio de Janeiro: EE-COPPE/UFRJ, 2003

BRASIL. **Balanco energético nacional 2004**. Brasília: MME, 2005. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/site/menu/select_main_menu_item.do?channelId=1432&pageId=4060>. Acesso em: 29 de setembro de 2006.

BUENO, Osmar de C.; CAMPOS, Alessandro T.; CAMPOS, Aloísio. T. Balanço de energia e contabilização da radiação global: simulação e comparativo. In: AVANCES EM INGENIERÍA AGRÍCOLA, 2000, Buenos Aires. **Anais...** Buenos Aires: Editorial Facultad de Agronomía, 2000 p. 477-482.

_____. et al. Avaliação energética econômica do agrossistema algodão em exploração agrícola familiar: variáveis para a sustentabilidade. In: AVANCES EM INGENIERÍA AGRÍCOLA, 2005, Buenos Aires. **Anais...** Buenos Aires: Editorial Facultad de Agronomía, 2005 p. 201-206.

_____. **Análise energética e eficiência cultural do milho em assentamento rural, Itaberá/SP**. 2002. 146p. Tese (Doutorado). – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, SP, 2002.

COOPERATIVA AGRÍCOLA DE COTIA. **Manual de adubação e calagem**. São Paulo: Cooperativa Agrícola de Cotia, 1991. 56p.

CAMPOS, Alessandro T. et al. Balanço energético na produção de feno de alfafa em sistema intensivo de produção de leite. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 34, n. 1, jan./fev. 2004.

_____. ; CAMPOS Aloísio T. Balanços energéticos agropecuários: uma importante ferramenta como indicativo de sustentabilidade de agroecossistemas. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 34, n. 6, nov./dez. 2004.

_____. et al. Análise energética da produção de feno de *Cynodon dactylon* (L.) Pers. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 349-358, mai./ago. 2005.

CARMO, Maristela S.; COMITRE, Valéria.; DULLEY, Richard D. Balanço energético de sistemas de produção na agricultura alternativa. **Agric. São Paulo**, São Paulo, v.35, n.1, p.87-97, 1988.

CARVALHO, Agostinho de; GONÇALVES, Gabriel G.; RIBEIRO, José J. C. **Necessidades energéticas de trabalhadores rurais e agricultores na sub-região vitícola de “Torres”**. Oeiras: Instituto Gulbenkian de Ciência, Centro de Estudos de Economia Agrária, 1974. 79p.

CASAROTTO FILHO, Nelson; KOPITTKE, Bruno H. **Análise de investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2000. 458p.

CASTANHO FILHO, Eduardo P.; CHABARIBERY, Denise. **Perfil energético da agricultura paulista**. São Paulo: IEA – Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Governo do Estado de São Paulo, 1982. 55p. (Relatório de Pesquisa, 9/82).

CERVINKA, Vashek. Fuel and energy efficiency. In: PIMENTEL, David (Ed.), **Handbook of energy utilization in agriculture**. Boca Raton, Flórida: CRC Press Inc., 1980. p.15-22.

COMITRE, Valéria. **Avaliação energética e aspectos econômicos da *filière* soja na região de Ribeirão Preto – SP**. 1993. 132p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola/Planejamento Agropecuário) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1993.

COSTA, Francisco de Assis. **Racionalidade camponesa e sustentabilidade: elementos teóricos para uma pesquisa sobre agricultura familiar na Amazônia**. Belém: NAEA/UFPA, 1994. (Paper do NAEA, n. 12)

COSTABEBER, José Antonio. **Eficiência energética e processos de produção em pequenas propriedades rurais. Agudo, RS.** 1989. 395 p. Dissertação (Mestrado em Extensão Rural) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 1989.

COSTA NETO, Pedro L. O. **Estatística.** São Paulo: Edgard Blücher, 1995.

COSTA NETO, Canrobert. **Agricultura familiar e renda da terra.** Disponível em: <http://www.asfagro.org.br/trabalhos_tecnicos/agricultura_familiar/esa10_canrobert.pdf> . Acesso em: 3 maio 2006.

COMPUTACIONAL SCIENCE EDUCATION PROJECT. **Introduction to Monte Carlo methods.** CSEP, 1995. Disponível em: <www.ipp.mpg.de/de/for/bereiche/stellarator/Comp_sci/CompScience/csep/csep1.phy.ornl.gov/mc/mc.html>. Acesso em: 30 maio 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de custos rodoviários:** volume 1, metodologias e conceitos. Brasília: Ministério dos Transportes/DNIT, 2003. 116 p.

DUFUMIER, Marc. **Les projets de développement agricole - manuel d'expertise,** Paris: CTA-Karthala, 1996.

ECKHARDT Roger. Stan Ulam, John von Neumann, and the Monte Carlo method. **Los Alamos Science,** Special Issue v.15, p. 131-137, 1987.

ESPERANCINI, Maura S. T.; PAES, Andrea R.; BICUDO, Sílvio J. Análise de rentabilidade e risco na produção de milho verão, em três sistemas produtivos, na região de Botucatu, Estado de São Paulo. **Informações Econômicas,** São Paulo, v. 34, n. 8, p. 25-33, ago./2004.

_____.; PAES, Andrea R. Análise de investimentos da produção de café nos sistemas irrigado e convencional na região de Botucatu, Estado de São Paulo. **Informações Econômicas,** São Paulo, v. 35, n. 4, p. 52-60, abr./2005.

_____. et al. Análise da relação energética e econômica da produção de milho em agricultura familiar no município de Pratânia – SP. In: **AVANCES EM INGENIERÍA AGRÍCOLA,** 2005, Buenos Aires. **Anais...** Buenos Aires: Editorial Facultad de Agronomía, 2005 p. 201-206

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO. **El estado mundial de la agricultura y la alimentación**. Roma: FAO, 1976. 158p.

FARRA, Fernanda C. P. del; ESPERANCINI, Maura S. T. Análise econômica energética de utilização de resíduo industrial florestal para geração de energia térmica: um estudo de caso. **Rev. Energ. Agric.**, Botucatu, v. 20, n. 3, p.76-88, 2005.

FAULIN, Javier; JUAN, Ángel A. Simulación de Monte Carlo com Excel. **Técnica Administrativa**, Buenos Aires, v. 5, n. 1, jul./sep. 2005. Disponível em: <http://cyta.com.ar/biblioteca/bddoc/bdlibros/monte_carlo/monte_carlo.htm>. Acesso em: 4 outubro 2005.

FAVA, Vera L. Análise de séries de tempo. In: VASCONCELOS, Marco A. S.; ALVES, Denisard. **Manual de econometria**. São Paulo: Atlas, 2000.

FEIDEN, Alberto. **Metodologia para análise econômica em sistemas agroecológicos - 1ª aproximação**: análise de culturas individuais. Soropédica: EMBRAPA, 2001. 39p. (Documento n. 141)

FELIPE JR., G. Considerações sobre a evolução da indústria de fertilizantes nitrogenados. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1, 1984, Brasília. **Anais...** Brasília: EMBRAPA-DEP, 1984. p.21-71.

FERRÁN ARANAZ, Magdalena. **SSPS para Windows**: análisis estadístico. Madrid: Mc Graw-Hill, 2001.

FONTANELI, Renato S.; SANTOS, Henrique P.; MORIS, Claudia Lucratividade e risco de sistemas de produção de grãos com pastagens, sob sistema plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.1, p.51-57, jan./fev., 2006

FRANCISCO, Vera L. F. S. et al. Sazonalidade em séries temporais. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, vol. 42, n. 1, p. 57-71, 1995.

FREITAS, Silene M. de; OLIVEIRA, Marli D. M.; FREDO, Carlos E. Análise comparativa do balanço energético do milho em diferentes sistemas de produção. In: CONGRESSO DA SOBER, 44, 2006, Fortaleza. **Anais...** 2006. Campinas: SOBER, 2006.

GARCIA FILHO, Danilo P. **Guia metodológico: diagnóstico de sistemas agrários**. Brasília: Incra, 1999. (Projeto de Cooperação Técnica INCRA/FAO).

GARDINI, André. Reforma agrária, governo traz novas propostas para RA. **Comciência**. Atualizada em 10 de jun. de 2003. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/reportagens/agraria/agr02.shtml>>. Acesso em: 21 maio 2007.

GASLENE, Alain; FENTERSEIFER, Jaime E.; LAMB, Roberto. **Decisões de investimentos da empresa**. São Paulo: Atlas, 1999. 293 p.

GRAZIANO DA SILVA, José. **A nova dinâmica da agricultura brasileira**. 2 ed. rev. Campinas: Instituto de Economia, UNICAMP, 1998.

GOLLMANN, Pedro et al. **Balanço de energia na produção de trigo em diferentes locais**. Campinas: FEAGRI/Unicamp, 2006. Disponível em: <www.agr.unicamp.br/energia/agre2004/Fscommand/PDF/Agrener/Trabalho%2023.pdf>. Acesso em: 3 maio 2006).

GUANZIROLI, Carlos H.; CARDIM, Silvia E. de C. S. (coords.). **Novo retrato da agricultura familiar: o Brasil redescoberto**. Brasília: INCRA, 2000. (Projeto de Cooperação Técnica INCRA/FAO).

GUJARATI, Damodar N. **Econometria básica**. 3.ed. São Paulo: Pearson-Makron, 2004. 845p.

HART, Robert D. Una metodologia para analizar sistemas agrícolas em terminos energéticos. In: HART, Robert D.; JIMÉNZ CH., Tito; SERPA, Roberto. **Análisis energetico de sistemas agrícolas: estudios de casos de producción y procesamiento de caña de azúcar em trapiches, ingenios y destilerías**. Turrialba, Costa Rica: CATIE, 1980. p. 3-14. (documento provisional).

HOFFMAN, Rodolfo. **Estatística para economistas**. São Paulo: Pioneira, 1980.

HURTIENNE, Thomas. Agricultura familiar e desenvolvimento rural sustentável na Amazônia. **Novos Cadernos NAEA**, Belém, v. 8, n. 1, p. 19-71, jun. 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Plano de manejo de manejo da Floresta Nacional de Ipanema 2003**.

Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/cnia/index.php?id_menu=69>. Acesso em: 15 agosto 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ECONOMIA DA FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. **Índice geral de preços de mercado: IGP-M**. Disponível em: <http://www.fgvdados.com.br/dsp_frs_pai_ferramentas.asp>. Acesso em: 17 março 2007.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. **Ser. inf. estat. agric., SP**. IEA, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 116, 2006.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. **Balanco da reforma agrária e da agricultura familiar, 2000**. Brasília: INCRA. 2000. Disponível em: <<http://www.incra.gov.br/documentos/0143001396.pdf>>. Acesso em: 21 maio 2007.

_____. **Balanco 2003-2005**. Brasília: INCRA. 2005. Disponível em: <<http://www.incra.gov.br/documentos/0243501400.pdf>>. Acesso em: 21 maio 2007.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. **Sistema internacional de unidades, SI** 8. ed. Rio de Janeiro: INMETRO, 203. 116 p.

INSTITUTO DE TERRAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Retrato da terra 97/98**: Perfil sócio-econômico e balanço de produção dos assentamentos rurais do Estado de São Paulo. São Paulo: ITESP. 1998. (Série Cadernos ITESP/Secretaria de Justiça e da Defesa da Cidadania, n. 9)

JOHNSON R. K. Energia. In: MAHAN, L. Kathleen; ESCOTT-STUMP, Sylvia; KRAUSE, Marie V. **Krause**: alimentos, nutrição e dietoterapia. 9. ed. São Paulo: Roca, 1998. 1179 p.

JUNQUEIRA, Antonio A. B.; CRISCUOLO, Paulo D.; PINO, Francisco A. O uso da energia na agricultura paulista. **Agric. em São Paulo**, São Paulo, v. 29, tomos I e II, p. 55-100, 1982.

JUNQUEIRA, Kleber C.; PAMPLONA, Edson de O. Utilização da simulação de Monte Carlo em estudo de viabilidade econômica para a instalação de um conjunto de rebeneficiamento de café na Cocarive. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - ENEGP, 22, out. 2002, Curitiba. **Anais...** Curitiba: ENEGP, 2002. Disponível em: <<http://www.pellsistemas.com.br/downloads/Artkleberenegep02.pdf>>. Acesso em: 20 mai. 2005.

KAGEYAMA, Angela (coord.) et al. O novo padrão agrícola brasileiro: do complexo rural aos complexos agroindustriais. In: DELGADO, G. (org.) et al. **Agricultura e políticas públicas**. Brasília: IPEA, 1990. p. 113-223. (Relatório, n. 127).

LARSON, Ron. ; FARBER, Betsy. **Estatística aplicada 2**. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

LEACH, Gerald. **Energy and food production**. London: International Institute for Environment and Development, 1976. 192p.

LEONARDO JÚNIOR, Irineu. **Análise econômica para a seleção de conjuntos motomecanizados na condução da cultura do milho**. 2000. 140p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu, SP, 2000.

LOCKERETZ, Willian. Energy inputs for nitrogen, phosphorus and potash fertilizers. In:

PIMENTEL, David. (Ed.). **Handbook of energy utilization in agriculture**. Boca Raton, Florida: CRC Press Inc., 1980. p. 23-26.

MACEDÔNIO, Angela C., PICCHIONI, **Silvia A. Metodologia para o cálculo do consumo de energia fóssil no processo de produção agropecuária**. Curitiba: DERAL/SEAB, 1985. v. 1

MAHAN, L. Kathleen; ESCOTT-STUMP, Sylvia; KRAUSE, Marie V. **Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia**. 9. ed. São Paulo: Roca, 1998. 1179 p.

MAUSO, Ana Paula Truzzi. **Estudo da utilização de medidas não-oficiais em uma comunidade de vocação rural Rio Claro**. 2006. 98 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, SP, 2006.

MATTAR, Fauze Nagib. **Pesquisa de Marketing**. São Paulo: Atlas, 2000.

MELLO, Nilda T. C. de. (Coord.). Matrizes de coeficientes técnicos de utilização de fatores na produção de culturas anuais no estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 30, n. 5, p. 47-105. maio 2000.

MELLO, Renato. **Análise energética de agroecossistemas: o caso de Santa Catarina**. 1986. 138p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, SC, 1986.

MOREIRA, Carlos R.; GUERRINI, Iraê A.; BIAGIONNI, Marco A. M. Avaliação energética do cultivo de eucalipto, com e sem composto de lixo urbano. **Energ. Agric.**, Botucatu, v. 20, n. 4, p. 1-19, 2005.

MORETTIN, Pedro O.; TOLOI, Clélia M. C. **Análise de séries temporais**. São Paulo: Edgard Blücher, 2004.

MOTTA, Regis DA R.; CALÔBA, Guilherme M. **Análise de investimentos**: tomada de decisões em projetos industriais. São Paulo: Atlas, 2002. 391p.

MRINI, Mohamed; SENHAJI, Faouzi; PIMENTEL, David. Energy analysis of sugarcane production in Moricco. **Enviroment, development and sustainability**, Netherlands, v. 3, n. 3, 2001, p.109-126. Disponível em:
<<http://proquest.umi.com/pqdlink?index=2&did=352531671&SrchMode=3&sid=1&Fmt=10&VInst=PROD&VType=PQD&RQT=309&VName=PQD&TS=1183488081&clientId=65424&aid=2>>. Acesso em: 5 outubro 2006.

OGATA, Paulo H. **Avaliação do perigo de colisão entre aeronaves em operação de aproximação em pistas de aterrissagem paralelas**. 2003. 185p. Dissertação (Mestrado em Engenharia, área de concentração: Sistemas Digitais). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2005.

OLIVEIRA JR., Ezer D. de. **Análise energética de dois sistemas de colheita mecanizada de eucalipto**. 2005. Tese (Doutorado em Recursos Florestais). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2005.

OLIVEIRA, Julieta T. A. de. **Lógicas produtivas e impactos ambientais: estudo comparativo de sistemas de produção**. 2000. 284 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2000.

ORTEGA, Enrique. **A análise ecossistêmica e energética de projetos agrícolas e o desenvolvimento sustentável**. Campinas: FEA/Unicamp, [200?]. Disponível em:
<<http://www.fea.unicamp.br/docentes/ortega/agroecol/emergia.htm>>. Acesso em: 31 agosto 2005.

PAES, Andréa R. **Citricultura na região sul paulista**: modelo de previsão econômica para tomada de decisão em condições de risco. 2005. 70 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – área de concentração Energia na Agricultura). Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, SP, 2005.

_____. ; ESPERANCINI, Maura S. T. Análise da rentabilidade da citricultura na região sul paulista, sob condições de risco, em três densidades de plantio. **Energ. Agric.**, Botucatu, v. 21, n. 1, p. 18-33. 2003.

PALMA, LUÍS. **Compatibilidade ente eficiência energética e eficiência econômica numa empresa rural**. 2001. 151p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural). Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2001.

PELLIZZI, G. Use of energy and labour in Italian agriculture. **Journal of Agricultural Engineering Research**, Silsoe, v. 52, n. 2, p. 111-9, 1992.

PERALI, Christianne et al. Valores nutricionais de alimentos para eqüinos. **R. Bras. Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 538-545, 2003.

PIMENTEL, David et al. Food production and the energy crises. **Science**, Washington, v. 182, p. 443-449, nov. 1973.

PINTO, Mauro S. V. **Análise econômica e energética de sistema agroflorestal para implantação na terra indígena Araribá – Município de Avaí, SP**. 2002. 136. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 2002.

PINO, Francisco A. et al. Sazonalidade em séries temporais econômicas: um levantamento sobre o estado da arte. **Agric. em São Paulo**, São Paulo, v. 41, n. 3, p. 103-133, 1994.

PONCIANO, Nivaldo J.; SOUZA, Paulo M. de. Análise de Viabilidade Econômica e de Risco da Fruticultura na Região Norte Fluminense. **RER**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 04, p. 615-635, out./dez. 2004.

RISOUD, Bernadette. **Energy efficiency of various French farming systems: questions to sustainability**. INRA, 2000. Disponível em: <http://www.dijon.inra.fr/esr/documents/wp2000_9.pdf>. Acesso em: 16 agosto 2006.

ROMERO, Maria G. C. **Análise energética e econômica da cultura do algodão em sistemas agrícolas familiares**. 2005. 139 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Energia na Agricultura). Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, SP, 2005.

SALLES, Ana C. N. DE **Metodologias de análise de risco para avaliação financeira de projetos de geração eólica**. 2004. 83 p. Dissertação (Mestrado) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2004.

SANTOS, Henrique P. dos; FRANCELLI, Antonio L.; REIS, Erlei M. Balanço energético de sistemas de rotação de culturas para trigo, em plantio direto. **Pesq. Agrop. Bras.**, Brasília, v. 29, n. 7, p. 1067-1073, jul. 1994.

SANTOS, Henrique P. dos; IGNACZAK, João C.; LHAMBY, Julio C. B. Produtividade cultural de sistemas de rotação para trigo durante dez anos, em Passo Fundo, RS. **Pesq. agrop. bras.**, Brasília, v. 30, n. 12, p. 1397-1402, dez. 1995.

_____. ; IGNACZAK, João C.; LHAMBY, Julio C. B. Produtividade cultural de sistemas de rotação de cultura para cevada, sob plantio direto. **Pesq. agrop. bras.**, Brasília, v. 31, n. 10, p. 721-727, out. 1996.

_____. ; et al. Análise de risco de sistemas de rotação de culturas com tricale, sob sistema de plantio direto. **Pesq. agrop. bras.**, Brasília, v. 33, n. 4, p. 375-383, abr. 1998a.

_____. ; AMBROSI, Ivo; SANDINI, Irtacir. Análise de risco de sistemas de rotação de culturas com cevada em plantio direto, num período de 10 anos. **Pesq. agrop. bras.**, Brasília, v. 33, n. 8, p. 1221-1127, ago. 1998b.

_____. et al. Conversão de balanço energético de sistemas de produção de grãos com pastagens sob plantio direto. **Pesq. Agrop. Bras.**, Brasília, v. 35, n. 4, p. 743-752, abr. 2000a.

_____. et al. Conversão de balanço energético de sistemas de sucessão e de rotação de culturas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 2, p. 191-198, 2001.

_____. et al. Comparação econômica de sistemas de rotação de culturas para a região do planalto médio do RS. **R. bras. Agrociência**, v.8 n. 1, p. 25-30, jan.-abr. 2002.

_____. et al. Lucratividade e risco de sistemas de manejo de solo e de rotação e sucessão de culturas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 97-103, jan./fev., 2004.

SANTOS, Jair C.; CAMPOS, Robério T. **Metodologia para análise de rentabilidade e riscos de sistemas agroflorestais**. Acre: Embrapa, 2000. 14p. (Documentos, 47)

SANTOS, Tânia M. B.; LUCAS JÚNIOR, Jorge de. Balanço energético em galpão de frangos de corte. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 25-36, jan./abr. 2004.

SAYAD, João. **Crédito rural no Brasil**. Brasília: Ministério da Agricultura, 1978.

SERRA, Gil. E. et al. **Avaliação da energia investida na fase agrícola de algumas culturas**. Brasília: Secretaria de Tecnologia Industrial – Ministério da Indústria e Comércio, 1979. 86p.

SHANKAR, Tawnenga U.; TRIPATHI R. S. Evaluating second year cropping on jhum fallows in Mizoram, north-eastern Índia: Energy and economics efficiencies. **Journal of Biosciences**, Bangalore, v. 22, n. 5 dec./1997, p.605-613.

SIEGEL, Sidney ; CASTALLAN JR., N. John. **Estatística não-paramétrica para ciências do comportamento**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

SOUZA, Jorge L. M. de. **Modelo para análise de risco econômico aplicado ao planejamento para cultura do cafeeiro**. 2001. 253 p. ese (Doutorado em Agronomia – Área de Concentração: Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2001.

STOCK, James H.; WATSON, Mark, W. **Econometria**. São Paulo: Pearson, 2004. 485 p.

TEIXEIRA, Antonio S. **Alimentos e alimentação dos animais**. Lavras: UFLA-FAEPE, 1998. 402 p.

TEIXEIRA, Carlos A. et al. Balanço energético de uma cultura de tomate. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 3, p. 429-432, 2005.

TRIOLA, Mario F. **Introdução à estatística**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999.

ZANINI, Agostinho et al. Análise do consumo de energia na produção de silagem de milho em plantio direto. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 25, n. 2, p. 249-253, 2003.

APÊNDICE

continua...

Nome:				Lote N.º	Área Plantada:	
Insumos / Serviços	Unidade	Quant. p/ha	Vezes	Especificação (potência, marca, modelo, implemento)	Valor Unit.	Obs.
CALCÁRIO						
Distribuição – Trator	h/máq.					
Implemento	h/máq.					
Mão de Obra	horas					
Incorporação – Trator						
Implemento	h/máq.					
Mão de Obra	horas					
PREPARO DE SOLO						
Subsolagem – Trator						
Implemento	h/máq.					
Mão de Obra	horas					
Escarificação – Trator						
Implemento	h/máq.					
Mão de Obra	horas					
Aração – Trator						
Implemento	h/máq.					
Mão de Obra	horas					
Gradagem – Trator						
Implemento	h/máq.					
Mão de Obra	horas					

PLANTIO						
Semente						
Preparo - Fungicida	kg					
Mão de Obra	h					
Adubo						
Plantio – Trator	h/máq.					
Implemento	h/máq.					
Mão de obra	h					
TRATOS CULTURAIS						
Capina mecanizada – Trator						
Implemento	h/máq.					
Mão de Obra	horas					
Replanteio – Mão de Obra						
Semente	kg					
Capina Manual – Mão de Obra						
Inseticida						
Aplicação – Trator						
Implemento	h/máq.					
Mão de Obra	horas					
Fungicida						
Aplicação – Trator						
Implemento	h/máq.					
Mão de Obra	horas					

continuação

Adubação Cobertura	kg					
Aplicação – Trator	h/máq.					
Implemento	h/máq.					
Mão de Obra	horas					
COLHEITA						
Colheita – Trator	h/máq.					
Implemento	h/máq.					
Mão de Obra	horas					
Transporte Interno – Trator	h/máq.					
Implemento	h/máq.					
Mão de Obra	horas					
CIRCULAÇÃO INTERNA						
Distância Média						
Meio de Transporte 1						
Meio de Transporte 2						
OUTRAS OPERAÇÕES						

Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 1A. Questionário aplicados aos agricultores, Assentamento Ipanema, Área I.

Tabela 1A. Rendimentos para operação de aração nos diversos sistemas de produção da cultura do milho. Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006.

Fonte	Equipamento		h x ha ⁻¹
	Trator	Implemento	
Assentado 1	MF 275	Arado 3 discos	2,89
Assentado 1a	Valmet 980	Arado 3 discos	2,07
Assentado 2	Valmet 980	Arado 3 discos	1,65
Assentado 3	MF 275	Arado 3 discos	2,07
Assentado 4	50-x	Arado 3 discos	3,31
Assentado 5	MF 275	Arado 3 discos	1,65
Assentado 5a	MF 275	Arado 3 discos	1,65
Assentado 6	MF 275	Arado 3 discos	3,31
Assentado 7	Valmet 980	Arado 3 discos	1,65
Assentado 8	Valmet	Arado 3 discos	1,65
Assentado 9	65X	Arado 3 discos	2,48
IEA	82cv	Arado 3 discos	2,20
ITESP	Trator	Arado 3 discos	2,98

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 2A. Rendimentos para operação de gradagem nos diversos sistemas de produção da cultura do milho. Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006.

Fonte	Equipamento		Vezes	h x ha ⁻¹
	Trator	Implemento		
Assentado 1	MF 275	Grade aradora 12 discos	1	1,24
Assentado 1	MF 275	Grade niveladora 32 discos	1	2,07
Total Assentado 1				3,31
Assentado 1a	Valmet 980	Grade aradora 16 discos	1	1,65
Assentado 1a	Valmet 980	Grade niveladora 44 discos	1	1,24
Total Assentado 1a				2,89
Assentado 2	Valmet 980	Grade aradora de 18 discos d 26"	1	1,65
Assentado 2	Valmet 980	Grade niveladora 24 discos 26"	1	0,83
Total Assentado 2				2,48
Assentado 3	MF 275	Grade aradora 12 discos	2	4,13
Assentado 4	MF 50-x	Grade niveladora 24 discos	1	1,24
Assentado 5	Valmet 980	Grade aradora 12 discos	1	1,24
Assentado 5	Valmet 980	Grade niveladora 32 discos	1	1,14
Total Assentado 5				2,38
Assentado 6	MF 275	Grade niveladora Baldan 28 discos	1	1,03
Assentado 6a	Valmet 980	Grade Aradora Baldan 18 discos	1	1,24
Assentado 6a	Valmet 980	Grade niveladora Baldan 28 discos	1	0,83
Total Assentado 6a				2,07
Assentado 7	Valmet 980	Grade aradora 12 discos	1	1,24
Assentado 7	Valmet 980	Grade niveladora 44 discos	1	1,24
Total Assentado 7				2,48
Assentado 8	Valmet 980	Grade aradora 16 discos	2	2,48
Assentado 9	65x	Grade niveladora 24 discos	2	2,48
ITESP	Trator	Sem especificar	2	3,00
IEA	82cv	Grade aradora 16 discos	1	1,1
IEA	62cv	Grade niveladora 28 discos	1	0,66
Total IEA				1,76

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 3A. Rendimentos para operação de plantio mecanizado nos diversos sistemas de produção da cultura do milho. Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006.

Fonte	Equipamento		Rendimento h x ha ⁻¹
	Trator	Implemento	
Assentado 1	MF 275	semeadora/adubadeira 3 linhas	0,62
Assentado 3	MF-275	semeadora/adubadeira 3 linhas	0,83
Assentado 4	50X	semeadora/adubadeira 3 linhas	0,62
Assentado 6	MF 275	semeadora/adubadeira 3 linhas Tatu	0,62
Assentado 7	MF 275	semeadora/adubadeira 3 linhas	0,83
Assentado 9	MF65-x	semeadora/adubadeira 3 linhas	0,83
ITESP	Trator	semeadora/adubadeira 3 linhas	2,00
IEA	62cv	semeadora/adubadeira 4linhas	0,83

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 4A. Rendimento para operação de plantio manual nos diversos sistemas de produção da cultura do milho. Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006.

Fonte	Necessidade de Fatores			h x ha ⁻¹	h x ha ⁻¹		
	Implementos	Animal	MO		Mo	Animal	
Assentado 4	Riscador	Matraca	1	3	6,61	19,83	6,61
Assentado 5	Riscador	Matraca	1	3	6,61	19,83	6,61
Assentado 8	Riscador	Matraca	1	3	6,61	19,83	6,61

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 5A. Necessidade de sementes nos diversos sistemas de produção da cultura do milho. Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006.

Fonte	Semente	
	Tipo	kg x ha ⁻¹
Assentado 1	hibrida	12,40
Assentado 3	variedade	16,53
Assentado 4	AG1051	20,66
Assentado 5	AG1051	16,53
Assentado 6	AG1051	16,53
Assentado 7	AG1051	12,40
Assentado 8	AG1051	12,40
Assentado 9	AG1051	12,40
ITESP	hibrida	20,00
IEA	AG5011	21,49

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 6A. Quantidade de adubação de plantio nos diversos sistemas de produção da cultura do milho. Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006.

Fonte	Adubo	
	Formulação	kg x ha ⁻¹
Assentado 3	4-14-8	247,93
Assentado 4	4-14-8	123,97
Assentado 5	4-14-8	247,93
Assentado 6	4-14-8	165,29
Assentado 7	4-14-8	206,61
Assentado 8	4-14-8	165,29
Assentado 9	4-14-8	123,97
ITESP	4-14-8	250,00
IEA	8-20-20	320,25

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 7A. Rendimentos para operação de cultivo mecanizado nos diversos sistemas de produção da cultura do milho. Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006.

Fonte	Equipamento		Vezes	Horas	h x ha ⁻¹
	Trator	Implemento			
Assentado 1	MF 275	Cultivador de 3 hastes Tatu	1	1,5	0,62
Assentado 6	MF 275	Cultivador de 3 hastes Tatu	1	2,0	0,83

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 8A. Rendimentos para operação de cultivo manual no agrossistema milho, Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006.

Fonte	Necessidade de Fatores			Vezes	Rendimento h x ha ⁻¹	h x ha ⁻¹	
	Implementos	Animal	MO			Mo	Animal
Assentado 3	Chapa	1	1	2	3,31	6,61	6,61
Assentado 4	Chapa	1	1	2	3,31	6,61	6,61
Assentado 5	Chapa	1	1	2	3,31	6,61	6,61
Assentado 7	Bico	1	1	2	3,31	6,61	6,61
Assentado 8	Chapa	1	1	1	3,31	3,31	3,31
Assentado 9	Chapa	1	1	3	3,31	9,92	9,92

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 9A. Adubação mecânica de cobertura, e quantidade utilizada nos diversos sistemas de produção da cultura do milho. Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006.

Fonte	Trator	Implemento	Adubação	
			Tipo	kg x ha ⁻¹
Assentado 1	MF 275	Cultivador de 3 hastes Tatu	Sulfato de Amônia	123,97
Assentado 6	MF 275	Cultivador de 3 hastes Tatu	Sulfato de Amônia	165,29

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 10A. Adubação de cobertura, manual nos diversos sistemas de produção da cultura do milho. Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006.

Fonte	Rendimento h x ha ⁻¹	Adubação	
		Tipo	kg x ha ⁻¹
Assentado 3	2,48	Sulfato de Amônia	165,29
Assentado 4	6,61	Sulfato de Amônia	123,97
Assentado 7	6,61	Sulfato de Amônia	123,97
Assentado 9	3,31	Sulfato de Amônia	123,97

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 11A. Horas para capina manual nos diversos sistemas de produção da cultura do milho. Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006.

Fonte	h x ha ⁻¹	MO	h totais x ha ⁻¹
Assentado 4	3,31	4	13,24
Assentado 5	3,31	4	13,24
Assentado 7	3,31	8	26,48
Assentado 8	16,53	1	16,53
Assentado 9	3,31	10	33,10

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 12A. Horas para operação de colheita nos diversos sistemas de produção da cultura do milho. Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006.

Fonte	horas totais x ha ⁻¹
Assentado 4	33,06
Assentado 5	33,06
Assentado 6	26,44
Assentado 7	26,44
Assentado 8	26,44
Assentado 9	39,66

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 13A. Produtividade de milho em kg x ha⁻¹ nos diversos sistemas de produção da cultura do milho. Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006.

Fonte	Área	Produtividade		
		Carros x ha ⁻¹	kg x ha ⁻¹ de milho para MDPS	Milho em Grão kg x ha ⁻¹
Assentado 1	2,42	-	-	-
Assentado 2	2,42	-	-	-
Assentado 3	4,84	3,31	3.972,00	2.780,40
Assentado 4	3,025	4,13	4.956,00	3.469,20
Assentado 5	2,42	4,13	4.956,00	3.469,20
Assentado 6	2,42	4,96	5.952,00	4.166,40
Assentado 7	2,42	4,55	5.460,00	3.822,00
Assentado 8	4,84	5,79	6.948,00	4.863,60
Assentado 9	2,42	3,72	4.464,00	3.124,80
Produtividade		Mínima	3.972,00	2780.40
		Média	4.956,00	3469.20
		Máxima	6.948,00	4863.60

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 14A. Dados de Massa, Altura, Idade e GER para cálculos de GER dos agricultores envolvidos nas atividades manuais da cultura do Milho - Assentamento Fazenda Pirituba.

agricultor	Dados dos agricultores/as		
	Massa (kg)	Altura (cm)	Idade (anos completos)
agricultor "01" (tratorista)	53	160	50
agricultor "02" (tratorista)	54	164	51
agricultor "03"	59	170	21
agricultor "04"	69	175	18
agricultor "05"	73	182	27
agricultor "06"	84	172	27
agricultor "07"	70	170	23
agricultor "08" (tratorista)	65	175	25
agricultor "09"	62	163	18
agricultor "10"	60	160	48
agricultor "11"	62	170	17
agricultor "12"	58	160	18
agricultor "13"	61	170	15
agricultor "14"	58	160	32
agricultor "15"	70	170	30
agricultor "16"	50	170	15
agricultor "17"	77	160	20
agricultor "18"	72	165	35
agricultor "19"	83	180	59
agricultor "20"	66	166	62
agricultor "21"	67	160	18
agricultor "22"	70	172	23
agricultor "23"	48	145	18
agricultor "24"	67	168	62
agricultor "25"	62	170	60
agricultor "26"	74	184	17
agricultor "27"	66	170	41
agricultor "28"	80	163	38
agricultor "29"	60	170	20
agricultor "30"	42	150	17
agricultor "31"	53	163	50
agricultor "32" (motorista)	95	180	22
agricultor "33" (ajudante)	62	169	28
agricultor "34" (ajudante)	68	164	25
agricultor "35" (ajudante)	80	169	28
Mediana	66	169	25

Fonte: Bueno (2003, p. 137-138).

Tabela 15A. Jornada de trabalho, coeficientes de tempo de operações mecanizadas; mão-de-obra utilizada, modelo de máquinas e/ou implementos, consumo de Diesel, lubrificantes e graxas, e outros dados de referência, por operação, executadas nos diversos sistemas de produção da cultura do milho. Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006.

Operações Mecanizadas	
a) aração	
Horas de trabalho x dia ⁻¹	9
Rendimento	1 h 39 min x ha ⁻¹
Mão-de-obra envolvida	1
Trator	Valmet 980 T 4x4
- Consumo de Diesel	13,89 l x h ⁻¹
- Consumo de lubrificantes	0,15 l x h ⁻¹
- Consumo de graxa	0,08 kg x h ⁻¹
Implemento	Arado 3 discos 26" Marquesan
- Consumo de graxa	0,05 kg x h ⁻¹
b) 1.a Gradagem	
Horas de trabalho x dia ⁻¹	9
Rendimento	1 h 14 min 24 s x ha ⁻¹
Mão-de-obra envolvida	1
Trator	Valmet 980 T 4x4
- Consumo de Diesel	10,35 l x h ⁻¹
- Consumo de lubrificantes	0,12 l x h ⁻¹
- Consumo de graxa	0,06 kg x h ⁻¹
Implemento	Grade Super Tatu 16 discos 26 polegadas
- Consumo de graxa	0,04 kg x h ⁻¹
c) 2.a Gradagem	
Horas de trabalho x dia ⁻¹	9
Rendimento	49 min 48 s x ha ⁻¹
Mão-de-obra envolvida	1
Trator	Valmet 980 T 4x4
- Consumo de Diesel	8,05 l x h ⁻¹
- Consumo de lubrificantes	0,08 l x h ⁻¹
- Consumo de graxa	0,04 kg x h ⁻¹
Implemento	Grade Super Tatu 32 discos 20 polegadas
- Consumo de graxa	0,02 kg x h ⁻¹
d) Plantio e Adubação	
Horas de trabalho x dia ⁻¹	9
Rendimento	49 min 48 s x ha ⁻¹
Mão-de-obra envolvida	1
Trator	Massey Ferguson MF 275
- Consumo de Diesel	6,61 l x h ⁻¹
- Consumo de lubrificantes	0,08 l x h ⁻¹
- Consumo de graxa	0,04 kg x h ⁻¹
Implemento	Semeadora adubadora de linhas T2 SI 2800 3 Linhas
- Consumo de graxa	0,02 kg x h ⁻¹
e) Cultivo e Adubação Cobertura	
Horas de trabalho x dia ⁻¹	9
Rendimento	49 min 48 s x ha ⁻¹
Mão-de-obra envolvida	1
Trator	Massey Ferguson MF 275
- Consumo de Diesel	6,61 l x h ⁻¹
- Consumo de lubrificantes	0,082 l x h ⁻¹
- Consumo de graxa	0,04 kg x h ⁻¹
Implemento	Cultivador adubador com cobertura 9 enxadas 3 caixas
- Consumo de lubrificantes	0,004 l x h ⁻¹
- Consumo de graxa	0,02 kg x h ⁻¹

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

Tabela 16A. Jornada de trabalho, coeficientes de tempo de operações manuais; mão-de-obra utilizada, modelo de máquinas e/ou implementos, consumo de Diesel, lubrificantes e graxas, e outros dados de referência, por operação, executadas nos diversos sistemas de produção da cultura do milho. Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006.

Operações Manuais	
a) Plantio e Adubação	
Horas de trabalho x dia ⁻¹	10
Rendimento	6 h 36 min 36 s x ha ⁻¹
Mão-de-obra envolvida	3
Animais envolvidos	1
Implementos	Riscador Matraca
b) Cultivo	
Horas de trabalho x dia ⁻¹	10
Rendimento	6 h 36 min 36 s x ha ⁻¹
Mão-de-obra envolvida	1
Animais envolvidos	1
Implementos	Chapa
c) Adubação de cobertura	
Horas de trabalho x dia ⁻¹	9
Rendimento	3 h 18 min 36 s x ha ⁻¹
Mão-de-obra envolvida	1
d) Capina Manual	
Horas de trabalho x dia ⁻¹	9
Rendimento	3 h 18 min 36 s x ha ⁻¹
Mão-de-obra envolvida	6
Implementos	Enxadas (não contab.)
e) Colheita Manual	
Horas de trabalho x dia ⁻¹	9
Rendimento	13 h 13 min 12 s x ha ⁻¹
Mão-de-obra envolvida	2

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

Tabela 17A. Peso, em kgf, de máquinas, implementos, massas e contrapesos e pneus de máquinas e implementos utilizados nos diversos sistemas de produção de milho, Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006.

Máquina, Implemento, Pneus	Descrição	Quant.	Peso (em kgf)	Massa Total
Trator	Trator Valmet 980 4x4	1	4.530	4.530
Pneus traseiros	23.1-26R2 Goodyear	2	159	318
pneus dianteiros	14.9-24R1	2	62	124
Massas e contrapesos	traseiros	8	85	680
Massas e contrapesos	transversais dianteiros	10	35	350
Trator	MF 275	1	2.563	2.563
Pneus traseiros	12.4-28R1	2	41,4	82,8
pneus dianteiros	7.00-18R1	2	9,6	19,2
Massas e contrapesos	traseiros	4	40	160
Massas e contrapesos	Frontais	8	25	200
Arado	Arado Fixo Marchesan 3 discos 26"	1	408	408
Grade Aradora	Grade Super Tatu 16 discos 26 polegadas	1	1.227	1.227
Grade Nivelador	Grade Super Tatu 32 discos 20 polegadas	1	895	895
Semeadora Adubadora super Tatu e linhas	Semeadora adubadora de linhas T2 SI 2800 3 Linhas	1	534	534
Cultivador Adubador	Cultivador adubador com cobertura 9 enxadas 3 caixas	1	308	308
Cultivador de tração animal	sem marca	1	15	15

Fonte: Fabricantes -Goodyear, Massey Ferguson, Valtra do Brasil, Super Tatu Marchesan e dados da pesquisa de campo.

Tabela 18A. Vida útil, em anos, e uso de horas anuais de máquinas e implementos utilizados nos diversos sistemas de produção de milho, Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006.

Máquinas e implementos	horas uso anual	Duração em anos
Valmet 980 T 980	1.000	10
Massey Ferguson MF 275	1.000	10
Arado 3 discos 26 pol. Jumil	480	7
Grade Super Tatu 16 discos 26 polegadas	200	7
Grade Super Tatu 32 discos 20 polegadas	200	7
Semeadora adubadora de linhas T2 SI 2800 3 Linhas	320	10
Cultivador adubador com cobertura 9 enxadas 3 caixas	480	10
Cultivador de tração animal	400	6

Fonte: IEA (2005).

Tabela 19A. Cálculo de necessidades calóricas, em MJ, referentes a 24 horas para os agricultores envolvidos em atividades mecanizadas, nos diversos sistemas de produção do milho, Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006.

OCUPAÇÃO	Horas x dia ⁻¹	MJ x 8 h ⁻¹	MJ x Dia ⁻¹	MJ x hora ⁻¹	horas x ha ⁻¹	MJ x ha ⁻¹
Tempo de sono Trabalho	8	2/6 do GER 24 h	2,30	0,10	1,65	0,16
1. Aração	9	3/6 do GER 24 h	3,88	0,16	1,65	0,27
Ocupações não profissionais	7	3/6 do GER 24 h	3,02	0,13	1,65	0,21
Total	24					0,63

OCUPAÇÃO	Horas x dia ⁻¹	MJ x 8 horas ⁻¹	MJ x Dia ⁻¹	MJ x hora ⁻¹	horas x ha ⁻¹	MJ x ha ⁻¹
Tempo de sono Trabalho	8	2/6 do GER 24 h	2,30	0,10	1,24	0,12
2. Gradagem	9	3/6 do GER 24 h	3,88	0,16	1,24	0,20
Ocupações não profissionais	7	3/6 do GER 24 h	3,02	0,13	1,24	0,16
Total	24			0,38		0,48

OCUPAÇÃO	Horas x dia ⁻¹	MJ x 8 horas ⁻¹	MJ x Dia ⁻¹	MJ x hora ⁻¹	horas x ha ⁻¹	MJ x ha ⁻¹
Tempo de sono Trabalho	8	2/6 do GER 24 h	2,30	0,10	0,83	0,08
2.1 Gradagem	9	3/6 do GER 24 h	3,88	0,16	0,83	0,13
Ocupações não profissionais	7	3/6 do GER 24 h	3,02	0,13	0,83	0,10
Total	24			0,38		0,32

OCUPAÇÃO	Horas x dia ⁻¹	MJ x 8 horas ⁻¹	MJ x Dia ⁻¹	MJ x hora ⁻¹	horas x ha ⁻¹	MJ x ha ⁻¹
Tempo de sono Trabalho	8	2/6 do GER 24 h	2,30	0,10	0,83	0,08
3. Plantio e adubação	9	5/6 do GER 24 h	6,47	0,27	0,83	0,22
Ocupações não profissionais	7	3/6 do GER 24 h	3,02	0,13	0,83	0,10
Total	24			0,49		0,41

OCUPAÇÃO	Horas x dia ⁻¹	MJ x 8 horas ⁻¹	MJ x Dia ⁻¹	MJ x hora ⁻¹	horas x ha ⁻¹	MJ x ha ⁻¹
Tempo de sono Trabalho	8	2/6 do GER 24 h	2,30	0,10	0,83	0,08
4. Cultivo e Adubação	9	3/6 do GER 24 h	3,88	0,16	0,83	0,13
Ocupações não profissionais	7	3/6 do GER 24 h	3,02	0,13	0,83	0,10
Total	24			0,38		0,32

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

Tabela 20A. Cálculo de necessidades calóricas, em MJ, referentes a 24 horas para os agricultores envolvidos em atividades manuais, nos diversos sistemas de produção do milho, Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006.

OCUPAÇÃO	Horas x dia ⁻¹	MJ x 8 horas ⁻¹	MJ x Dia ⁻¹	MJ x hora ⁻¹	horas x ha ⁻¹	MJ x ha ⁻¹
Tempo de sono Trabalho	8	2/6 do GER 24 h	2,30	0,10	6,61	0,63
1. Plantio Manual - Riscar	10	14/6 do GER 24 h	20,14	0,84	6,61	5,55
Ocupações não profissionais	6	3/6 do GER 24 h	2,59	0,11	6,61	0,71
Total	24			1,04		6,90
Tempo de sono Trabalho	8	2/6 do GER 24 h	2,30	0,10	6,61	0,63
1. Plantio Manual - Matraca	10	8/6 do GER 24 h	11,51	0,48	6,61	3,17
Ocupações não profissionais	6	3/6 do GER 24 h	2,59	0,11	6,61	0,71
Total	24			0,68		4,52
Tempo de sono Trabalho	8	2/6 do GER 24 h	2,30	0,10	6,61	0,63
1. Plantio Manual - Adubação	10	8/6 do GER 24 h	11,51	0,48	6,61	3,17
Ocupações não profissionais	6	3/6 do GER 24 h	2,59	0,11	6,61	0,71
Total	24			0,68		4,52
						15,9336
Tempo de sono Trabalho	8	2/6 do GER 24 h	2,30	0,10	6,61	0,63
2. Cultivo Manual	10	14/6 do GER 24 h	20,14	0,84	6,61	5,55
Ocupações não profissionais	6	3/6 do GER 24 h	2,59	0,11	6,61	0,71
Total	24			1,04		6,90
Tempo de sono Trabalho	8	2/6 do GER 24 h	2,30	0,10	3,31	0,32
3. Adubação Cobertura Manual	9	8/6 do GER 24 h	10,36	0,43	3,31	1,43
Ocupações não profissionais	7	3/6 do GER 24 h	3,02	0,13	3,31	0,42
Total	24			0,65		2,16
Tempo de sono Trabalho	8	2/6 do GER 24 h	2,30	0,10	3,31	0,32
4. Capina Manual	9	9/6 do GER 24 h	11,65	0,49	3,31	1,61
Ocupações não profissionais	7	3/6 do GER 24 h	3,02	0,13	3,31	0,42
Total	24			0,71		2,34
Tempo de sono Trabalho	8	2/6 do GER 24 h	2,30	0,10	13,22	1,27
5. Colheita Manual	9	9/6 do GER 24 h	11,65	0,49	13,22	6,42
Ocupações não profissionais	7	3/6 do GER 24 h	3,02	0,13	13,22	1,66
Total	24			0,71		9,35
						18,7080

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

Tabela 21A. Cálculo do consumo de Diesel, lubrificantes e graxas para máquinas e implementos envolvidos nos diversos sistemas de produção do milho, Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006.

Diesel						
Operação	Máquina	h x ha ⁻¹	Quantidade	Quantidade	kJ . l ⁻¹	Resultado
			l. h ⁻¹	l. ha ⁻¹	Coef. Energ.	MJ . ha ⁻¹
1. Aração	Valmet 980	1,6529	8,41	13,8972159	40.493,72	562,7500
2. Gradagem (1)	Valmet 980	1,2397	8,35	10,3520115	40.493,72	419,1915
3. Gradagem (2)	Valmet 980	0,8264	9,75	8,05372711	40.493,72	326,1254
4. Plantio e adubação	MF 275	0,8264	8,00	6,6112	40.493,72	267,7121
5. Cultivo Adubação	MF 275	0,8264	8,00	6,6112	40.493,72	267,7121
Lubrificante						
Operação	Máquina	h x ha ⁻¹	Quantidade	Quantidade	Kcal . l ⁻¹	Resultado
			l. h ⁻¹	l. ha ⁻¹	Coef. Energ.	MJ . ha ⁻¹
1. Aração	Valmet 980	1,6529	0,094	0,155	37.285,97	5,7932
2. Gradagem (1)	Valmet 980	1,2397	0,094	0,117	37.285,97	4,3450
3. Gradagem (2)	Valmet 980	0,8264	0,094	0,078	37.285,97	2,8964
4. Plantio e adubação	MF 275	0,8264	0,099	0,082	37.285,97	3,0402
5. Cultivo Adubação	MF 275	0,8264	0,099	0,082	37.285,97	3,0402
6. Cultivo Adubação	Implemento	0,8264	0,005	0,004	37.285,97	0,1498
Graxa						
Operação	Máquina/Implemento	h x ha ⁻¹	Quantidade	Quantidade	Kcal . kg ⁻¹	Resultado
			kg. h ⁻¹	kg. ha ⁻¹	Coef. Energ.	MJ . ha ⁻¹
1. Aração	Valmet 980	1,6529	0,05	0,082645	42.705,36	3,53
	Arado			0,049587		2,12
Total						5,6470
2. Gradagem (1)	Valmet 980	1,2397	0,05	0,061985	42.705,36	2,65
	Grade			0,037191		1,59
Total						4,2353
3. Gradagem (2)	Valmet 980	0,8264	0,05	0,04132	42.705,36	1,76
	Grade			0,024792		1,06
Total						2,8233
4. Plantio e adubação	MF 275	0,8264	0,05	0,04132	42.705,36	1,76
	Semeadora/Adubadora			0,024792		1,06
Total						2,8233
5. Cultivo Adubação	MF 275	0,8264	0,05	0,04132	42.705,36	1,76
	Cultivo / Adubação			0,024792		1,06
Total						2,8233
Total						2,8233

Fonte: Dados da pesquisa de campo, Feiden (2001), Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes - DNIT (2001) e Balastreire (2005)

Tabela 22A. Cálculo dos dispêndios energéticos com adubação de plantio e cobertura e sementes, em MJ x ha⁻¹, para os diversos sistemas de produção do Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006.

Formulado	Quantidade Formulado	Quantidade Utilizada (Kg/ha)	Resultado		
N	4	165,29	6,61		
P ₂ O ₅	14	165,29	23,14		
K ₂ O	8	165,29	13,22		
Total			42,98		
Insumos	(a) (kg x ha ⁻¹)	(b) (MJ x ha ⁻¹)	(c)	(d) (MJ x ha ⁻¹)	(e) (MJ x ha ⁻¹)
Sementes	16,53	33,23	-	-	549,28
Fertilizantes					771,54
<u>mistura (4-14-8)</u>	165,29				
N	6,61	413,06	0,7036	2,32	415,47
P ₂ O ₅	23,14	222,84	0,5156	5,97	228,86
K ₂ O	13,22	121,23	0,9070	6,00	127,21
<u>Sulfato de amônio</u>	123,97				1.549,38
(NH ₄) ₂ SO ₄	24,794	1.538,49	0,8780	10,90	1.549,38
					2.320,92

(a) "inputs" totais

(b) subtotal calórico de "inputs"

(c) taxa média da quantidade importada

(d) valor energético do transporte marítimo ["c" x "a" x (0,50 MJ x kg⁻¹)]

(e) total calórico dos "inputs" ("b" + "d")

Fonte: Anuário estatístico do setor de fertilizantes (2004) e dados da pesquisa de campo.

Tabela 23A. Depreciação energética, em MJ x h⁻¹, das máquinas e implementos utilizados nos diversos sistemas de produção da cultura do milho, Assentamento Ipanema, Área I, Safra 2005/2006.

Coefficientes	Valmet 980	MF 275	Arado	Grade Pesada	Grade Leve	Semeadora	Cultivador	Cultivador Animal.
Coefficiente Energético (Mcal)	3494	3494	2061	2061	2061	2061	1995	1995
Peso da máq./imp. sem pneus (t)	5,56	2,923	0,408	1,227	0,895	0,534	0,304	0,015
Coefficiente Energético (pneus)	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5
Peso dos pneus (t)	0,442	0,102	0	0	0	0	0	0
Vida útil (horas)	10000	10000	3360	1400	1400	4800	3200	2400
DE horas (MCal x h ⁻¹)	2,2856	1,2013	0,2943	2,1242	1,5495	0,2696	0,2229	0,0147
DE horas (MJ x h ⁻¹)	9,5693	5,0295	1,2322	8,8937	6,4873	1,1289	0,9332	0,0614

Operação	1.a Gradagem			Plantio	Cultivo
	Aração	2.a Gradagem	Plantio		
h x h ⁻¹	1,24	1,65	0,83	0,83	0,83
DE horas (MJ x h ⁻¹) Trator	9,5693	9,5693	9,5693	5,0295	5,0295
DE horas (MJ x h ⁻¹) Implemento	8,8937	1,2322	6,4873	1,1289	0,9332
DE Trator da Operação (MJ)	11,8631	15,8171	7,9081	4,1564	4,1564
DE Implemento da Operação (MJ)	11,0256	2,0367	5,3611	0,9329	0,7712
DE da Operação	22,8886	17,8538	13,2692	5,0893	4,9276

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 24A. Entrada de energia, por tipo, fonte (em MJ x ha⁻¹), forma e participações percentuais nas operações de aração.

<u>TIPO</u> , fonte e forma	Entradas Culturais	
	MJ	(%)
<u>ENERGIA DIRETA</u>	<u>574,82</u>	<u>96,99</u>
<u>Biológica</u>	<u>0,63</u>	<u>0,11</u>
Mão-de-obra	0,63	100,00
<u>Fóssil</u>	<u>574,19</u>	<u>99,89</u>
Diesel	562,75	98,01
Lubrificantes	5,79	1,01
Graxa	5,65	0,98
<u>ENERGIA INDIRETA</u>	<u>17,85</u>	<u>3,01</u>
<u>Industrial</u>	<u>17,85</u>	<u>100,00</u>
Trator	15,82	88,59
Implementos	2,04	11,41
TOTAL	<u>592,68</u>	<u>100,00</u>

Fonte Dados da pesquisa de campo

Tabela 25A. Entrada de energia, por tipo, fonte (em MJ x ha⁻¹), forma e participações percentuais nas operações de gradagem.

<u>TIPO</u> , fonte e forma	Entradas Culturais	
	MJ	(%)
<u>ENERGIA DIRETA</u>	<u>760,41</u>	<u>95,46</u>
<u>Biológica</u>	<u>0,7927</u>	<u>0,10</u>
Mão-de-obra	0,79	166,66
<u>Fóssil</u>	<u>759,62</u>	<u>100,00</u>
Diesel	745,32	98,12
Lubrificantes	7,24	0,95
Graxa	7,06	0,93
<u>ENERGIA INDIRETA</u>	<u>36,16</u>	<u>4,54</u>
<u>Industrial</u>	<u>36,16</u>	<u>100,00</u>
Trator	19,77	54,68
Implementos	16,39	45,32
Adubação		0,00
TOTAL	<u>796,57</u>	<u>100,00</u>

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

Tabela 26A. Preços Médios Recebidos pelo Produtor no período de 01/1995 a 03/2007, para a saca de milho de 60kg, Estado de São Paulo (valores correntes e deflacionados para 02/2006, pelo IGPM da IBRE Fundação Getúlio Vargas).

Mês/Ano	Preços Correntes (R\$)	IGPM	Preço em R\$ Fevereiro de 2006
Jan/1995	7,66	108,442	23,88
Fev/1995	6,91	109,945	21,25
Mar/1995	6,09	111,178	18,52
Abr/1995	5,84	113,518	17,40
Mai/1995	5,68	114,171	16,82
Jun/1995	5,88	116,984	17,00
Jul/1995	6,12	119,114	17,37
Ago/1995	6,45	121,729	17,92
Set/1995	6,46	120,869	18,07
Out/1995	7,06	121,503	19,65
Nov/1995	7,71	122,955	21,20
Dez/1995	7,90	123,833	21,57
Jan/1996	8,57	125,977	23,00
Fev/1996	7,97	127,202	21,19
Mar/1996	7,13	127,715	18,88
Abr/1996	7,25	128,130	19,13
Mai/1996	7,97	130,121	20,71
Jun/1996	7,72	131,445	19,86
Jul/1996	7,90	133,213	20,05
Ago/1996	8,37	133,587	21,19
Set/1996	8,21	133,722	20,76
Out/1996	8,58	133,978	21,65
Nov/1996	8,31	134,242	20,93
Dez/1996	7,67	135,225	19,18
Jan/1997	7,15	137,613	17,57
Fev/1997	6,74	138,204	16,49
Mar/1997	6,58	139,795	15,92
Abr/1997	6,55	140,742	15,74
Mai/1997	6,67	141,040	15,99
Jun/1997	6,68	142,090	15,90
Jul/1997	6,91	142,221	16,43
Ago/1997	6,99	142,353	16,60
Set/1997	7,42	143,042	17,54
Out/1997	7,98	143,567	18,79
Nov/1997	8,12	144,481	19,00
Dez/1997	8,34	145,695	19,36
Jan/1998	8,82	147,091	20,28
Fev/1998	8,54	147,356	19,60
Mar/1998	8,00	147,635	18,32
Abr/1998	8,11	147,821	18,55
Mai/1998	8,39	148,021	19,17
Jun/1998	8,27	148,588	18,82
Jul/1998	8,10	148,339	18,46
Ago/1998	7,97	148,109	18,20
Set/1998	7,89	147,984	18,03
Out/1998	8,11	148,100	18,52
Nov/1998	8,31	147,628	19,03
Dez/1998	8,48	148,291	19,34

Continua...

Continuação da Tabela 26A.

Jan/1999	8,70	149,533	19,67
Fev/1999	8,94	154,933	19,51
Mar/1999	8,60	159,325	18,25
Abr/1999	8,07	160,459	17,01
Mai/1999	8,16	159,996	17,24
Jun/1999	8,40	160,573	17,69
Jul/1999	8,74	163,06	18,12
Ago/1999	9,15	165,603	18,68
Set/1999	9,69	167,997	19,50
Out/1999	11,08	170,861	21,93
Nov/1999	14,52	174,939	28,06
Dez/1999	15,28	178,099	29,01
Jan/2000	15,41	180,301	28,90
Fev/2000	14,60	180,935	27,28
Mar/2000	12,29	181,214	22,93
Abr/2000	11,71	181,635	21,80
Mai/2000	12,54	182,189	23,27
Jun/2000	12,37	183,745	22,76
Jul/2000	12,27	186,634	22,23
Ago/2000	13,17	191,087	23,30
Set/2000	13,57	193,297	23,74
Out/2000	12,34	194,04	21,50
Nov/2000	12,62	194,599	21,93
Dez/2000	10,95	195,827	18,91
Jan/2001	9,99	197,045	17,14
Fev/2001	8,04	197,491	13,77
Mar/2001	7,80	198,606	13,28
Abr/2001	8,57	200,591	14,45
Mai/2001	8,39	202,324	14,02
Jun/2001	8,24	204,310	13,64
Jul/2001	8,80	207,341	14,35
Ago/2001	9,69	210,211	15,59
Set/2001	10,63	210,853	17,05
Out/2001	10,97	213,339	17,39
Nov/2001	11,37	215,685	17,82
Dez/2001	11,88	216,163	18,58
Jan/2002	11,82	216,944	18,42
Fev/2002	11,77	217,074	18,33
Mar/2002	11,59	217,276	18,04
Abr/2002	11,48	218,486	17,77
Mai/2002	12,41	220,292	19,05
Jun/2002	12,94	223,688	19,56
Jul/2002	13,46	228,057	19,96
Ago/2002	15,45	233,348	22,39
Set/2002	16,79	238,943	23,76
Out/2002	20,71	248,199	28,21
Nov/2002	26,99	261,08	34,96
Dez/2002	27,39	270,867	34,19
Jan/2003	25,57	277,173	31,19
Fev/2003	23,26	283,506	27,74
Mar/2003	21,54	287,855	25,30
Abr/2003	20,70	290,512	24,09

Continua...

Continuação da Tabela 26A.

Mai/2003	17,96	289,747	20,96
Jun/2003	17,36	286,843	20,46
Jul/2003	15,63	285,649	18,50
Ago/2003	15,21	286,735	17,94
Set/2003	17,33	290,127	20,20
Out/2003	17,38	291,229	20,18
Nov/2003	17,35	292,657	20,05
Dez/2003	18,05	294,455	20,73
Jan/2004	18,34	297,039	20,88
Fev/2004	17,52	299,097	19,81
Mar/2004	16,83	302,484	18,81
Abr/2004	18,38	306,151	20,30
Mai/2004	19,09	310,152	20,81
Jun/2004	18,28	314,419	19,66
Jul/2004	17,23	318,532	18,29
Ago/2004	16,83	322,412	17,65
Set/2004	17,34	324,651	18,06
Out/2004	16,87	325,925	17,50
Nov/2004	16,47	328,588	16,95
Dez/2004	15,97	331,005	16,31
Jan/2005	15,95	332,298	16,23
Fev/2005	16,09	333,288	16,32
Mar/2005	16,79	336,123	16,89
Abr/2005	17,52	339,030	17,47
Mai/2005	16,86	338,299	16,85
Jun/2005	17,01	336,801	17,08
Jul/2005	17,02	335,663	17,14
Ago/2005	17,04	333,474	17,28
Set/2005	16,95	331,69	17,28
Out/2005	16,90	333,694	17,12
Nov/2005	15,96	335,033	16,11
Dez/2005	15,98	335,006	16,13
Jan/2006	15,68	338,083	15,68
Fev/2006	15,72	338,128	15,72
Mar/2006	13,24	337,339	13,27
Abr/2006	12,17	335,921	12,25
Mai/2006	12,76	337,185	12,80
Jun/2006	13,91	339,712	13,85
Jul/2006	14,62	340,312	14,53
Ago/2006	14,29	341,574	14,15
Set/2006	15,49	342,561	15,29
Out/2006	17,31	344,155	17,01
Nov/2006	19,02	346,746	18,55
Dez/2006	20,99	347,842	20,40
Jan/2007	21,75	349,593	21,04
Fev/2007	20,98	350,524	20,24
Mar/2007	19,57	351,717	18,81

Fonte: IEA (2007); IBRE (2007); Dados da pesquisa.

Tabela 27A. Fatores de sazonalidade mensais para o preço do milho, saca de 60kg, período entre 1995/2006.

Meses	Anos											
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
jan	1,11	1,15	0,97	1,09	1,07	1,23	0,99	1,03	1,22	1,05	0,95	1,03
fev	1,02	1,05	0,93	1,04	1,06	1,14	0,82	1,00	1,10	1,00	0,96	1,05
mar	0,91	0,92	0,91	0,97	0,99	0,95	0,82	0,95	1,02	0,96	1,00	0,90
abr	0,87	0,93	0,91	0,98	0,91	0,89	0,91	0,91	0,99	1,04	1,03	0,84
mai	0,86	1,00	0,93	1,02	0,90	0,96	0,90	0,93	0,89	1,08	1,00	0,87
jun	0,88	0,96	0,93	1,00	0,90	0,97	0,88	0,90	0,91	1,04	1,01	0,92
jul	0,91	0,99	0,96	0,98	0,89	0,98	0,92	0,88	0,86	0,99	1,02	0,95
ago	0,94	1,07	0,95	0,97	0,89	1,08	0,99	0,95	0,86	0,97	1,03	0,90
set	0,95	1,06	1,00	0,96	0,91	1,16	1,05	0,98	0,99	1,01	1,04	0,95
out	1,03	1,13	1,05	0,99	1,00	1,10	1,05	1,13	1,01	0,99	1,06	-
nov	1,09	1,11	1,05	1,02	1,25	1,16	1,06	1,37	1,01	0,97	1,02	-
dez	1,10	1,04	1,05	1,05	1,26	1,05	1,07	1,34	1,05	0,95	1,05	-

Tabela 28A. Resultados da Análise de variância para os padrões sazonais do preço do milho, para o período 1995/2006.

<i>Grupo</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
jan	12	12,90622	1,075518	0,008458
fev	12	12,17269	1,014391	0,007175
mar	12	11,28524	0,940436	0,002947
abr	12	11,21308	0,934423	0,004094
mai	12	11,34549	0,945457	0,004609
jun	12	11,31766	0,943138	0,002875
jul	12	11,32674	0,943895	0,002693
ago	12	11,60364	0,96697	0,004771
set	12	12,05920	1,004933	0,004698
out	11	11,52667	1,047879	0,002691
nov	11	12,12312	1,102102	0,014224
dez	11	11,98969	1,089972	0,012246

ANOVA						
<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0,519566	11	0,047233	8,047585	1,44E-10	1,863592
Dentro dos grupos	0,757133	129	0,005869			
Total	1,276700	140				

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 29A. Estimativa do custo horas dos custos fixos, em R\$ x h⁻¹, para as máquinas e implementos utilizados nos diversos sistemas de produção da cultura do milho, Fazenda Ipanema, Área I, safra 2005/2006.

Equipamento	Valor R\$		Taxa de juros (i)	Vida útil (anos)	Horas de Uso anual	Custos R\$ x h ⁻¹		
	Inicial	Final				Depreciação	Juros	Total
Cultivador	480,00	48,00	0,12	6	400	0,18	0,07	0,25
Animal Tração	400,00	40,00	0,12	10	140	0,26	0,17	0,43

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 30A. Horas trabalhadas (h x ha⁻¹), por operação e tipo de equipamento nos diversos sistemas de produção da cultura do milho, Fazenda Ipanema, Área I, safra 2005/2006.

Horas Trabalhadas	Operação			Total h x ha ⁻¹	
	Plantio	Cultivo		Cultivador	Animal de Tração
	Animal de Tração	Cultivador	Animal de Tração		
Sistema "A"	0	0	0	0	0
Sistema "B"	0	6,61	6,61	6,61	6,61
Sistema "C"	6,61	0	0	6,61	0
Sistema "D"	6,61	6,61	6,61	6,61	13,22

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 31A. Custos fixos totais, em R\$ x ha⁻¹, para os diversos sistemas de produção da cultura do milho, Assentamento Ipanema, Área I, safra 2005/2006.

Sistema	H x ha ⁻¹		Custos Fixos R\$ x h ⁻¹		Custos Fixos R\$ x ha ⁻¹
	Cultivador	Animal Tração	Cultivador	Animal Tração	
"A"			0,25	0,43	
"B"	0	0	0,25	0,43	4,50
"C"	6,61	6,61	0,25	0,43	1,67
"D"	6,61	0	0,25	0,43	7,33

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 32A. Custos variáveis de produção para a cultura do milho no sistema "A", em R\$ x ha⁻¹ Assentamento Ipanema, Área I, Safra 2005/2006.

Operação	Máquinas e Implementos			Mão-de-obra			Total R\$ x ha ⁻¹
	Hora x ha ⁻¹	Valor R\$ x h ⁻¹	Total R\$ x ha ⁻¹	Hora x ha ⁻¹	Valor R\$ x h ⁻¹	Total R\$ x ha ⁻¹	
1.a Gradagem	1,24	60,00	74,40	-	-	-	74,40
Aração	1,65	60,00	99,00	-	-	-	99,00
2.a Gradagem	0,83	60,00	49,80	-	-	-	49,80
Plantio Adubação	0,83	45,00	37,35	-	-	-	37,35
Cultivo	0,83	45,00	37,35	-	-	-	37,35
Adubação de Cobertura	-	-	-	-	-	-	-
Capina Manual	-	-	-	-	-	-	-
Colheita	-	-	-	26,44	2,50	66,10	66,10
Total	-	-	297,90	-	-	66,10	364,00

Insumos	Produto	Quant.x ha ⁻¹	Unidade	Preço Unid.	Total R\$ x ha ⁻¹
Adubação de Plantio	4-14-8	165,29	kg	0,70	115,70
Sementes	AG1051	16,53	kg	8,00	132,24
Adubação de Cobertura	Sulfato Amônia	123,97	kg	0,80	99,18
Total R\$ x ha⁻¹ (Operações mais insumos)					347,12
					711,12

Diária = R\$20,00 custo hora R\$2,50

Fonte: Dados da pesquisa

Tabela 33A. Custos variáveis de produção para a cultura do milho no sistema ‘B’, em R\$ x ha⁻¹ Assentamento Ipanema, Área I, Safra 2005/2006.

Operação	Máquinas e Implementos			Mão-de-obra			Total R\$ x ha ⁻¹
	Hora x ha ⁻¹	Valor R\$ x h ⁻¹	Total R\$ x ha ⁻¹	Hora x ha ⁻¹	Valor R\$ x h ⁻¹	Total R\$ x ha ⁻¹	
1.a Gradagem	1,24	60,00	74,40	-	-	-	74,40
Aração	1,65	60,00	99,00	-	-	-	99,00
2.a Gradagem	0,83	60,00	49,80	-	-	-	49,80
Plantio Adubação	0,83	45,00	37,35	-	-	-	37,35
Cultivo	-	-	-	6,61	2,50	16,53	16,53
Adubação de Cobertura	-	-	-	3,31	2,50	8,28	-
Capina Manual	-	-	-	19,86	2,50	49,65	49,65
Colheita	-	-	-	26,44	2,50	66,10	66,10
Total	-	-	260,55	-	-	140,55	392,83

Insumos	Produto	Quant.x ha ⁻¹	Unidade	Preço Unid.	Total R\$ x ha ⁻¹
Adubação de Plantio	4-14-8	165,29	kg	0,70	115,70
Sementes	AG1051	16,53	kg	8,00	132,24
Adubação de Cobertura	Sulfato Amônia	123,97	kg	0,80	99,18
Total R\$ x ha⁻¹ (Operações mais insumos)					347,12
Total R\$ x ha⁻¹					739,94

Diária = R\$20,00 custo hora R\$2,50

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 34A. Custos variáveis de produção para a cultura do milho no sistema "C", em R\$ x ha⁻¹ Assentamento Ipanema, Área I, Safra 2005/2006.

Operação	Máquinas e Implementos			Mão-de-obra			Total R\$ x ha ⁻¹
	Hora x ha ⁻¹	Valor R\$ x h ⁻¹	Total R\$ x ha ⁻¹	Hora x ha ⁻¹	Valor R\$ x h ⁻¹	Total R\$ x ha ⁻¹	
1.a Gradagem	1,24	60,00	74,40	-	-	-	74,40
Aração	1,65	60,00	99,00	-	-	-	99,00
2.a Gradagem	0,83	60,00	49,80	-	-	-	49,80
Plantio Adubação	0	-	-	19,83	2,50	49,58	49,58
Cultivo	0,83	45,00	37,35	-	-	-	37,35
Adubação de Cobertura	-	-	-	-	-	-	-
Capina Manual	-	-	-	-	-	-	-
Colheita	-	-	-	26,44	2,50	66,10	66,10
Total	-	-	260,55	-	-	115,68	376,23

Insumos	Produto	Quant.x ha ⁻¹	Unidade	Preço Unid.	Total R\$ x ha ⁻¹
Adubação de Plantio	4-14-8	165,29	kg	0,70	115,70
Sementes	AG1051	16,53	kg	8,00	132,24
Adubação de Cobertura	Sulfato Amônia	123,97	kg	0,80	99,18
Total R\$ x ha⁻¹ (Operações mais insumos)					347,12
					723,34

Diária = R\$20,00 custo hora R\$2,50

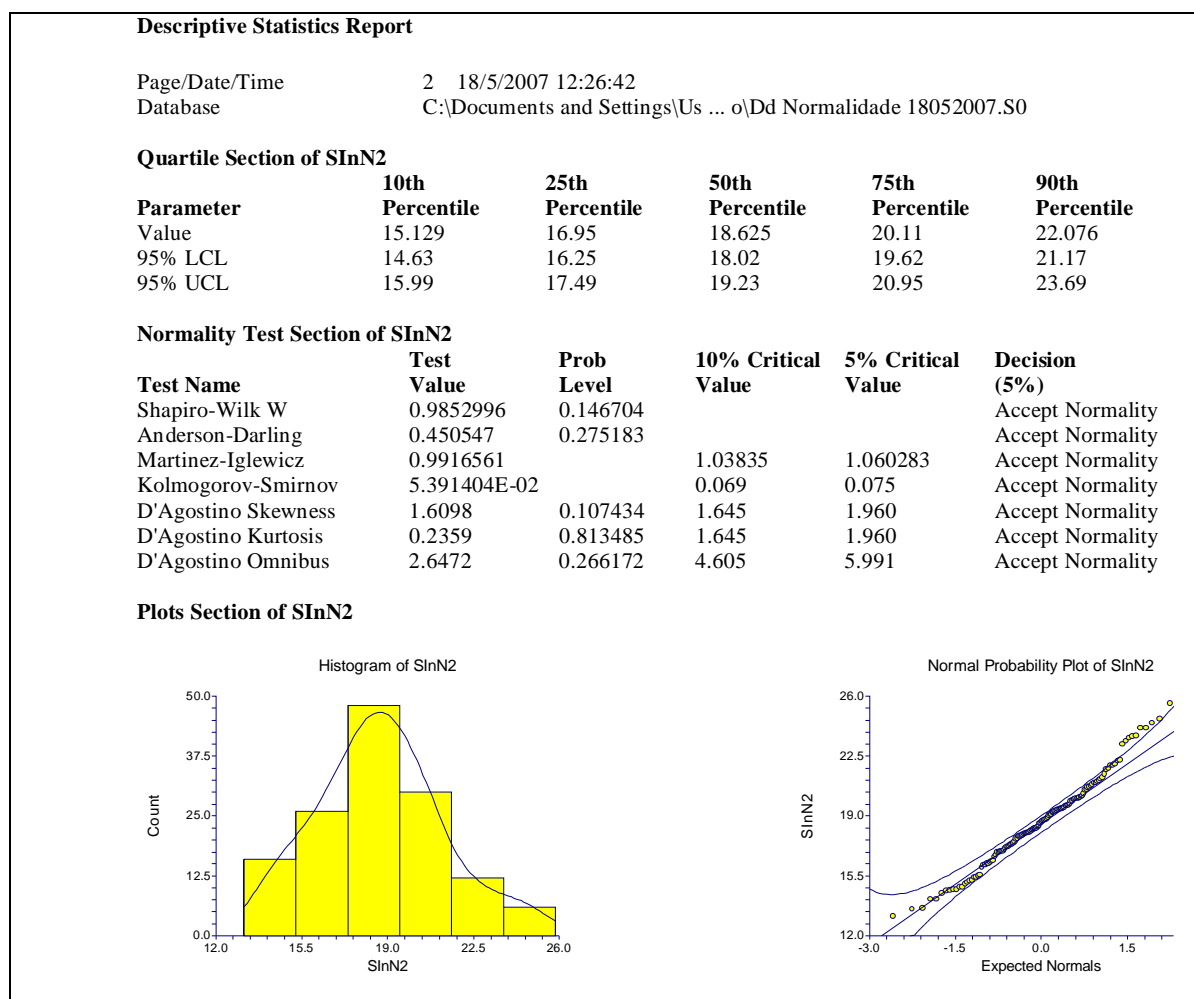
Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 35A. Custos variáveis de produção para a cultura do milho no sistema ‘D’, em R\$ x ha⁻¹ Assentamento Ipanema, Área I, Safra 2005/2006.

Operação	Máquinas e Implementos			Mão-de-obra			Total R\$ x ha ⁻¹
	Hora x ha ⁻¹	Valor R\$ x h ⁻¹	Total R\$ x ha ⁻¹	Hora x ha ⁻¹	Valor R\$ x h ⁻¹	Total R\$ x ha ⁻¹	
1.a Gradagem	1,24	60,00	74,40	-	-	-	74,40
Aração	1,65	60,00	99,00	-	-	-	99,00
2.a Gradagem	0,83	60,00	49,80	-	-	-	49,80
Plantio Adubação	-	-	-	19,83	2,50	49,58	49,58
Cultivo	-	-	-	6,61	2,50	16,53	16,53
Adubação de Cobertura	-	-	-	3,31	2,50	8,28	8,28
Capina Manual	-	-	-	19,86	2,50	49,65	49,65
Colheita	-	-	-	26,44	2,50	66,10	66,10
Total			223,20			190,13	413,33

Insumos	Produto	Quant.x ha ⁻¹	Unidade	Preço Unid.	Total R\$ x ha ⁻¹
Adubação de Plantio	4-14-8	165,29	kg	0,70	115,70
Sementes	AG1051	16,53	kg	8,00	132,24
Adubação de Cobertura	Sulfato Amônia	123,97	kg	0,80	99,18
					347,12
Total R\$ x ha ⁻¹ (Operações mais insumos)					723,34

Diária = R\$20,00 custo hora R\$2,50



Fonte: dados da pesquisa

Figura 2A. Resultados dos testes de normalidade para a série do preço de comercialização do milho seco, saca de 60 kg, Estado de São Paulo, livre de valores *outliers*. Período 1995/2006.

ANEXOS

Tabela 2AN. Estimativa do Custo de produção e exigência de física de fatores

FUNDAÇÃO INSTITUTO DE TERRAS DO ESTADO DE SÃO PAULO
 DIRETORIA DE POLÍTICAS DE DESENVOLVIMENTO - GTC/SOROCABA
 ESTIMATIVA DO CUSTO DE PRODUÇÃO E EXIGÊNCIA FÍSICA DE FATORES
 CULTURAS DE SEQUEIRO - MILHO
 ÁREA - 1,0 HA
 PRODUTIVIDADE: 67 SC/ HA (4.020 KG)
 PREÇO: R\$ 18,00/SACO

ITEM	N.º VEZES	HD COMUM	TOTAL HD R\$	HORAS MAQUINA	TRATOR H/MAQ	TOTAL R\$
A - OPERAÇÃO						
ARAÇÃO	1.0		0.00	3.00	40.00	120.00
GRADEAÇÃO	2.0		0.00	1,5	40.00	120.00
ADUBAÇÃO E PLANTIO	1.0		0.00	2,00	40.00	80.00
ADUBAÇÃO DE COBERTURA	1.0	2.00	30.00		0.00	30.00
TOTAL - MÃO DE OBRA/MAQUINAS				6.5		350.00
(HOMENS DIA) HD =		15.00				
(HORA/MAQUINA) H/MAQ=		40.00				
B - MATER. CONSUMIDO (INSUMOS)						
QUANTIDADE	UNID.	PREÇO UNIT.	VALOR TOTAL			
SEMENTES	20.00	KG	3,20	64.00		
ADUBO FORMULADO 4-14-8	0.25	TON	680,00	170.00		
SULFATO DE AMONIA	0.20	TON	760,00	180.00		
FORMICIDA	1,0	KG	6,0	6,00		
TOTAL - DESPESAS COM INSUMOS				420,00		
TOTAL - HD + H/MAQ + INSUMOS				770,00		

Fonte: Orçamento cedido pelo Escritório do Itesp - Sorocaba (2005)